

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт экономики Оренбургский филиал

На правах рукописи

УСИК ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ
ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным
хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексам (АПК и сельское хозяйство)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
экономических наук

Научный руководитель:
заслуженный работник Высшей школы РФ,
доктор технических наук,
профессор П.И.Огородников

Ижевск – 2012

Содержание

Введение.....	4
Глава I. Теоретическое обоснование эффективного использования сельскохозяйственной авиации.	8
1.1. Экономическое обоснование эффективного применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве.	8
1.2. Обоснование экономических преимуществ использования сельскохозяйственной авиации в технологических процессах.....	30
Глава II. Организационно-экономические условия использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.	42
2.1. Диагностика использования технических средств в технологических процессах сельского хозяйства.....	44
2.2. Сравнительная оценка эффективности использования средств защиты растений с использованием различных технических средств.....	69
Глава III. Моделирование организационных схем эффективного применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве.....	75
3.1. Математическая модель оптимизации издержек при проведении авиационно-химических работ.	75
3.2. Расчет совокупной эффективности использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.	91
3.3. Применение современных информационных технологий при обработке сельскохозяйственных культур летательными аппаратами.	110
Заключение.	134
Список использованной литературы.....	135
Приложения.	149

Основные сокращения

АПК – агропромышленный комплекс

АХР – авиационно-химические работы

БТС – биотехническая система

ВС – воздушные суда

КЭР – косвенные эксплуатационные затраты

ЛХТ – летно-техническая характеристика

МДП – мотодельтаплан

НС – наземные средства

ООС – охрана окружающей среды.

ПДК – предельно допустимая

ПДЭН – предельно допустимая экологическая нагрузка

ПЭР – прямые эксплуатационные затраты

Станок с ЧПУ – станок с числовым программным управлением

СЧМ – система, включающая в себя человека-оператора и машину,

Введение

Аграрная реформа, проводимая в России, не дает ожидаемых результатов. В условиях последствий мирового экономического кризиса в стране, разрыва многих межхозяйственных связей, отсутствия единой системы материально-технического обеспечения возникает более ощутимая разница цен на продукцию сельского хозяйства и промышленности, убыточность сельскохозяйственных организаций, потеря производственных мощностей, ухудшение состояния производственного потенциала.

Известно, что во второй половине 20 века машинно-тракторный парк страны и регионов постоянно рос в количественном отношении и к 1990 году приблизился к необходимому ему насыщению. Однако в последующем проявилась тенденция к снижению численности машинно-тракторного парка. Имеющийся в настоящее время парк сократился по сравнению с 1990 годом по тракторам в 2 раза; по зерно- и кормоуборочным комбайнам, соответственно, в 2,7 и 2,4 раза и основную его долю составляет морально устаревшая и физически изношенная техника.

В этих условиях говорить об успешной борьбе по защите сельскохозяйственных культур с применением только наземного транспорта, по меньшей мере, некорректно. Поэтому использование летательных аппаратов в отрасли растениеводства целесообразно и экономически оправдано.

Улучшение применения летательных аппаратов – одно из решающих направлений повышения эффективности производства продукции сельскохозяйственных культур. Высокое качество зерновых культур в отрасли растениеводства зависит, прежде всего, от качества семян и рациональной и оперативной борьбы с их заболеваниями с помощью летательных аппаратов.

Высокопроизводительная работа летательных аппаратов зависит от других факторов. Они используются тем эффективнее, чем рациональнее оснащены авиаотряды различными типами легких летательных аппаратов.

Таким образом, обоснование направлений и разработка практических рекомендаций по повышению эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства имеют большую актуальность.

Область исследования соответствует требованию паспорта специальностей ВАК: 08.00.05. - Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство: 1.2.34. Особенности развития материально-технической базы АПК и его отраслей, 1.2.42. Организационный и экономический механизм хозяйствования в АПК, организационно-экономические аспекты управления технологическими процессами в сельском хозяйстве.

Состояние изученности проблемы исследования. Повышение эффективности использования летательных аппаратов нашло отражение в работах: Х. Ареуся, Ф. Балтина, О. Боткина, С. Легкоступа, В. Назарова, С. Попова, В. Скоропада, М. Славкова, В. Шумилова.

Влияние эксплуатационных режимов на параметры сельскохозяйственного оборудования и методы АХР отражены в работах В. Деревянко, Н. Демидова, Ю. Логачева, М. Прокофьева, Е. Козлова, М. Кунашева, Н. Султанова.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является организационно-экономическое обоснование эффективных способов использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Реализация поставленной цели предусматривала **решение следующих задач:**

- исследовать факторы, влияющие на эффективность использования летательных аппаратов в отрасли растениеводства;
- обосновать экономические условия, предъявляемые к использованию летательных аппаратов в процессе производства продукции отрасли растениеводства;

- разработать эффективные способы применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на основе современных информационных технологий;
- разработать математические модели по прогнозированию объема производства и урожайности зерна.

Объект исследования - сельскохозяйственные организации Оренбургской области.

Предмет исследования – организационно-экономические отношения, возникающие в процессе использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Теоретической и методологической основой диссертационного исследования явились труды советских, российских и зарубежных ученых по проблемам эффективного использования летательных аппаратов при производстве продукции растениеводства, повышении эффективности применения летательных аппаратов в производственных системах. Использовались законодательные и нормативные акты органов законодательной и исполнительной власти Российской Федерации. В качестве исходной информации использовались годовые отчеты сельскохозяйственных организаций Оренбургской области, статистическая отчетность Оренбургстата, данные первичного учета, специальная литература.

В результате проведенного исследования получены результаты, содержащие **элементы научной новизны:**

выявлены особенности использования малых летательных аппаратов при производстве сельскохозяйственных культур в отрасли растениеводства, которые обусловлены влиянием системы производственных, технологических и экономических факторов;

обоснованы эффективные способы применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства;

разработаны математические модели по прогнозированию объема производства зерна и его урожайности;

разработана организационно-информационная модель повышения эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на региональном уровне с применением новых информационных технологий ГЛОНАСС.

Практическая значимость работы состоит в теоретических исследованиях, сформулированных выводах, предложениях и рекомендациях, которые могут быть использованы в практике организации эффективного использования летательных аппаратов по защите сельскохозяйственных культур всеми сельскохозяйственными товаропроизводителями независимо от форм собственности.

Апробация и реализация результатов исследований. Результаты исследований по теме диссертации в течение 2007 – 2011 гг. доложены, обсуждены и одобрены на научно-практических конференциях ОГАУ, ОГУ и на НТС департамента АПК при правительстве Оренбургской области.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено автором в 14 научных публикациях с объемом авторского текста 3,1 п.л., в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, с объемом авторского текста 0,6 п.л.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа содержит 134 страницы основного текста, 29 рисунков, 36 таблиц, 152 наименований литературных источников, 4 приложений.

Глава I. Теоретическое обоснование эффективного использования сельскохозяйственной авиации.

1.1. Экономическое обоснование эффективного применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики страны. С одной стороны результаты деятельности отрасли дают продукты питания и сырье для производства товаров в других отраслях экономики. С другой, необходимо отметить высокую социальную функцию отрасли, заключающуюся в обеспечении занятости населения.

Сельскохозяйственное производство является сложнейшим объектом с точки зрения моделирования систем социально-экономической динамики. Сложность моделирования заключается в том, что большинство факторов формирующих модель, являются вероятностными, причем не до конца изученными, можно лишь приблизительно сказать об их поведении при воздействии на них. Причем таких факторов большинство.

Согласно диалектическому материализму, любой изучаемый объект или процесс имеет бесчисленное число связей с окружающим миром. Однако в конкретный момент существенными являются лишь немногие.

При выборе объекта исследования необходимо выделить его из окружающей среды на основе системного подхода. Суть системного подхода при вычленении объекта исследования из окружающей среды сводится к тому, чтобы выделенный объект представлял собой систему, мог рассматриваться как система, функции которой полностью определяют поставленную цель. Именно цель полностью определяет объект исследования, так как она становится определяющим (системным) его свойством как системы.

Если обратиться к АПК, то система сельскохозяйственной организации может быть расчленена на отдельные отраслевые системы согласно технологическим процессам и связям с внешними системами:

- 1) система сельхозорганизация;

2) внешние системы, которые тесно взаимодействуют с сельхозорганизацией.

Совокупность взаимодействия этих систем позволяет в итоге получить конкретную продукцию: молоко, зерно, мясо, шкуры и т.д.

Каждая из систем представленная на рисунке 1 состоит из систем нескольких уровней.

Классическая сельхозорганизация включает в себя подсистемы растениеводства, животноводства, машинно-тракторного парка, кормопроизводства, переработки сельскохозяйственной продукции, внешней среды, информационного поля и вступает в производственную деятельность с внешними подсистемами, такими как МТС, авиаотряды.

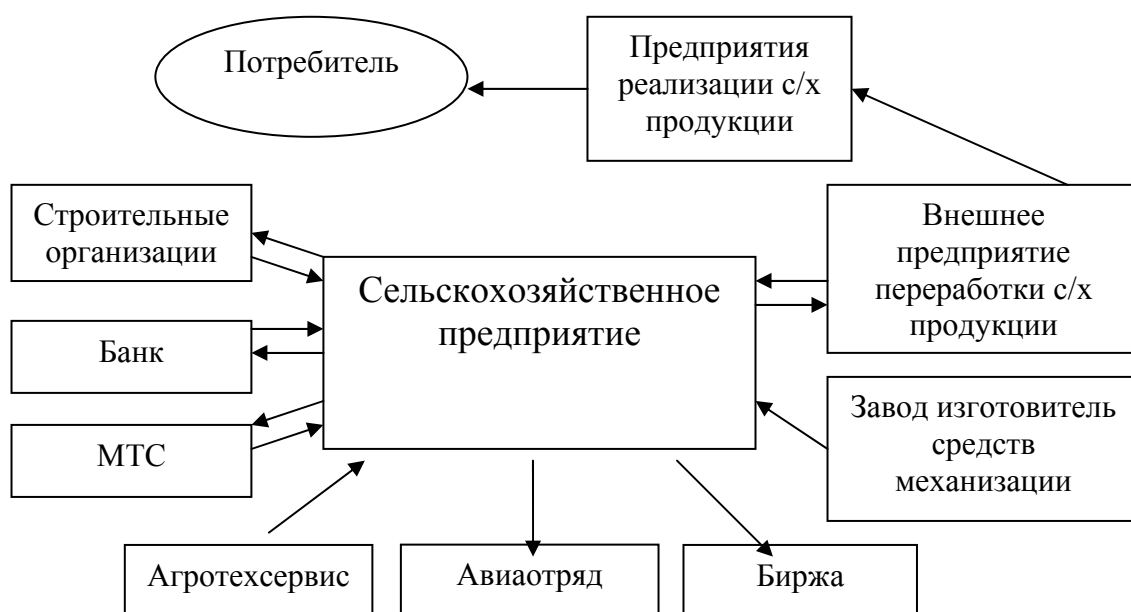


Рис. 1. Схема основных производственных связей деятельности системы сельхозорганизация.

Хотя каждая из этих подсистем включает в себя еще подсистемы более низкого уровня и имеет свои особенности и задачи, все они действуют совместно, так как созданы и функционируют для достижения общей поставленной перед сельскохозяйственным предприятием целью - получения максимальной количества и качества сельскохозяйственной продукции.

Основной составляющей любого производственного процесса в производстве сельскохозяйственной продукции являются сложные биотехнические системы, включающие в себя два биологических объекта (человек и животное – растение), технический объект (машина), внешнюю среду, общее информационное поле. Эффективность работы существенное зависит от устойчивого и надежного функционирования биотехнических систем. Поэтому при оценке работы любого технического процесса выполняемых аграрных ресурсов необходимо помнить, что только через реализацию инновационных процессов возможно добиться модернизации экономики АПК.

Для повышения эффективности работы биотехнических систем, участвующих в технологических процессах подкомплексов продовольственного АПК, необходимо выявить и устранить причины, отрицательно влияющие на функционирование биологических звеньев системы. Добиться эффективности системы можно за счет выбора оптимальных технологических параметров, достижения согласованной работы различных звеньев системы, улучшения информационного обеспечения.

Рассмотрим подробнее подсистему производства сельскохозяйственной продукции на рисунке 2.

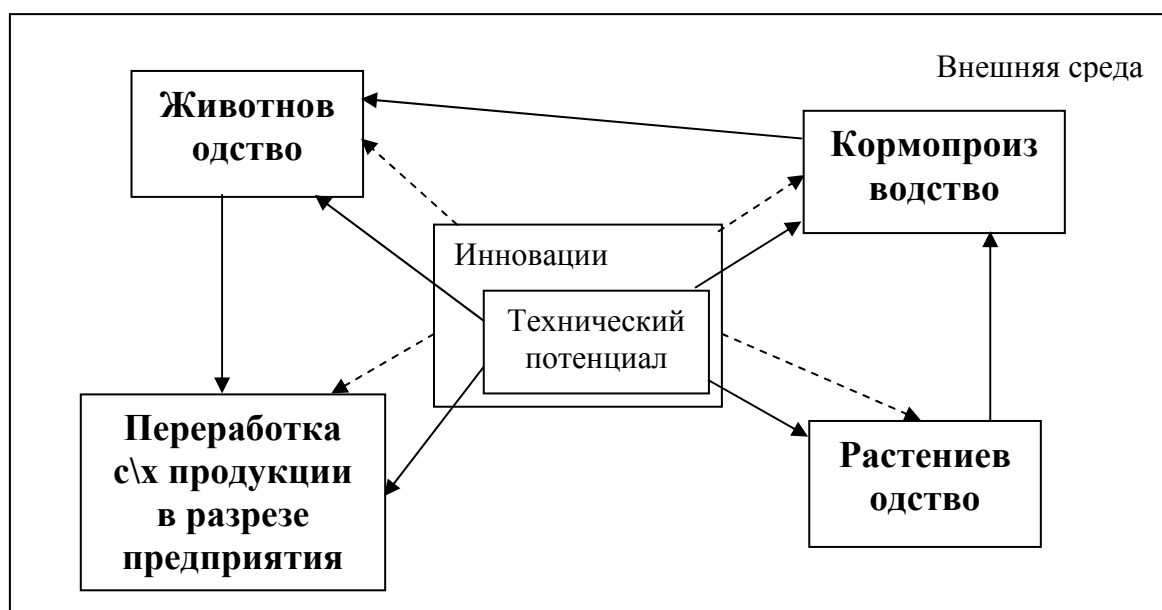


Рис.2. Подсистемы производства сельскохозяйственной продукции

Система классической сельскохозяйственной организации включает в себя подсистемы растениеводства, животноводства, машинно-тракторного парка, кормопроизводства, переработки сельскохозяйственной продукции, внешней среды и информационного поля.

Организация работ по скоординированному развитию всех подсистем продовольственного комплекса АПК является необходимым и важнейшим направлением стратегического планирования социально-экономического развития региона.

Без развитого сельскохозяйственного производства и прогрессивного агропромышленного комплекса развитие экономики и повышение благосостояния общества невозможно.

Одной из основных подсистем - производства сельскохозяйственной продукции (зерна) является сложная биотехническая подсистема (человек (Ч) - машина (М) - растение - (Р), представленная на рисунке 3.

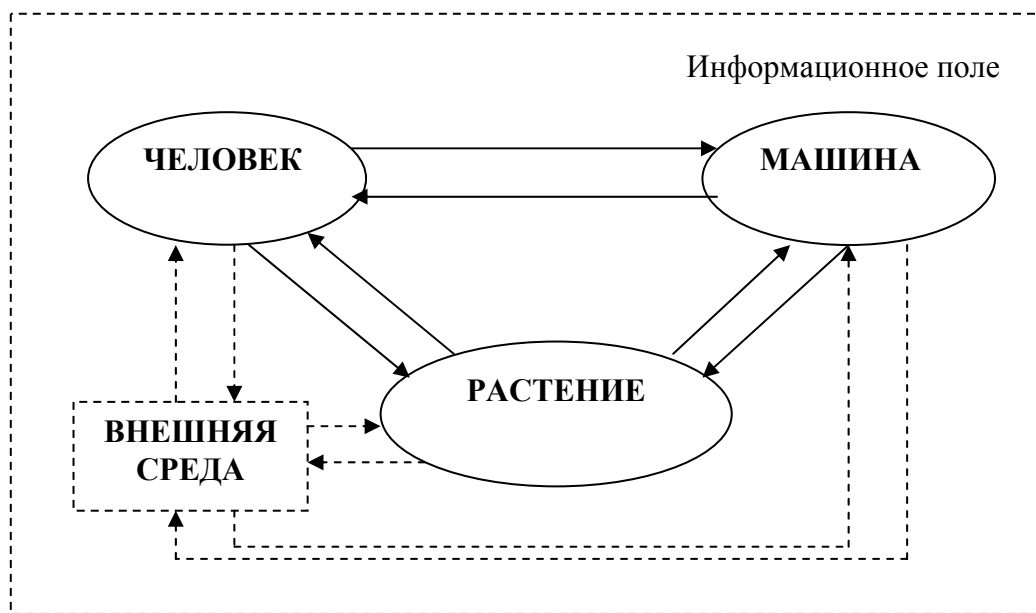


Рис.3 - Подсистема Ч - М – Р - ВС

В технологическом процессе обработки посевов сельскохозяйственных культур летательным аппаратом активное управляющее звено подсистемы человек-пилот осуществляет в процессе работы целенаправленное технологическое воздействие на землю, растения с помощью малых летательных аппаратов.

Как пассивное звено, человек подвергается воздействию факторов, определяемых параметрами эргономичности рабочего места, её информационной обеспеченностью, что в свою очередь влияет на технологическую надёжность выполнения сельскохозяйственных работ. Поэтому возникает необходимость изучения причинно-следственной связи, входом в которой являются факторы эргономичности рабочего места механизатора, а выходом - технологическая надёжность работы машины, пересчитанная в потери урожая и в конечном итоге, влияющая на выходной показатель Ч-М-Р-ВС - эффективность подсистемы в целом. Особенностью организацией продовольственного комплекса АПК как раз и является функционирование сложных биотехнических систем.

Именно в продовольственном комплексе АПК функционируют сложные биотехнические системы, состоящие из двух биологических и одной технической подсистем, которые работают совместно для достижения общей цели - получения максимальной сельскохозяйственной продукции.

По назначению сложная биотехническая система «человек-машина-растение-внешняя среда» весьма разнообразна: управляющая, обслуживающая, обучающая, информационная, исследовательская и др.

Моделирование сложных биотехнических систем ведется с привлечением математического и экономико-математического методов, что позволяет получить более адекватные модели с возможностью предсказания надежности системы в целом.

Причем необходимо отметить, что биологические подсистемы чаще всего описываются математическими моделями с определенной долей вероятности их надежности функционирования, техническая подсистема представляется математическими моделями с большей надежностью функционирования в общей системе.

По существу моделирование представляет собой процесс получения новых знаний о сложной биотехнической системе, процесс познания, в котором можно выделить несколько основных этапов:

- а) наблюдение за изучаемым объектом (системой);
- б) создание абстрактного представления об интересующих нас его свойствах (формулировка нового знания о системе);
- в) проверка полученных представлений (моделей) на практике.

Математическая модель представляет собой математическую конструкцию в виде уравнения, системы уравнений или логических заключений.

Модель всегда приближенно отражает свойства объекта исследования. Для обеспечения достаточной точности модели необходимо учесть при ее построении все существующие свойства и связи подсистем общей системы, отвлекаясь от второстепенных, несущественных свойств.

Математические модели позволяют оптимизировать функционирование сложных биотехнических систем с помощью современных информационных технологий.

Так как мы имеем дело со сложными биотехническими системами и чаще всего не имеем сведений о внутреннем строении системы, о характере внешних воздействий и реакцию на это сложной системы, то в этом случае для построения модели нами применяется так называемый кибернетический подход, позволяющий установить связь между входным воздействием и реакцией на них системы в целом, не вскрывая причинно-следственных связей между подсистемами.

На наш взгляд, пришло время (необходимость) перейти к системной проработке научно-методологических основ сложных биотехнических систем с целью их эффективного функционирования.

Необходимо переосмыслить уже имеющиеся теоретические и методологические разработки и разработать новые, учитывающие наличие двух биологических объектов и одного механического (сложная биотехническая система), которые позволят эффективно функционировать крупным молочным и растениеводческим комплексам.

1 этап:

Проанализировать имеющиеся исследования, разработать и предложить адекватные математические модели подсистем (сложной биотехнической системы) – обработка посевов сельскохозяйственных культур летательными аппаратами.

2 этап:

Обосновать и смоделировать взаимосвязи данных подсистем с выходом на оптимальные параметры функционирования биотехнической системы этой технологической операции.

3 этап:

Разработать и обосновать оптимальные ее параметры с информационным полем и внешней средой.

В процессе исследований формулируются практические рекомендации по эффективному функционированию сложных биотехнических систем в отрасли растениеводства.

Общую задачу оптимального проектирования рассматриваемой системы можно сформулировать следующим образом - при определенных взаимодействиях подсистем отрасли растениеводства с летательными аппаратами, а так же подсистем переработки сельхозпродукции, внешней среды, информационного поля и т.д. требуется обеспечить производство максимальной величины сельскохозяйственной продукции или получить максимальную эффективность работы системы. Каждая подсистема вносит свое значение эффективности в общую работу системы.

Решение таких сложных задач представляется возможным только на основе системного подхода с применением ЭВМ. При этом исследуемый технологический процесс обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами можно рассматривать как последовательную смену его состояний в определенном интервале времени, то есть в связи с изменением технологического процесса.

Рассмотрим особенности и классификацию биотехнических систем "человек-машина".

Разными авторами предлагается общее представление о биотехнической системе "человек-машина". Система (в общей теории систем) - это "комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, предназначенных для решения единой задачи". Система нередко рассматривается как некий "организм", состоящий из отдельных органов. Выделяются различные критерии классификации БТС-ВС.

Таблица 1.

Критерии классификации БТС-ВС.

Критерий классификации	БТС
по степени участия в работе системы человека	автоматические (работающие практически без человека);
	автоматизированные (человек работает вместе с техническими средствами);
	неавтоматизированные (человек больше работает без применения сложных технических средств);
по целевому назначению	управляющие (основная задача - управление машиной или комплексом);
	обслуживающие (человек контролирует состояние машины, ищет неисправности, осуществляет настройку);
	обучающие (тренажеры, технические средства обучения - ТСО);
	информационные (радиолокационные, телевизионные и г.п.);
	исследовательские (моделирующие установки, макеты);
по характеристике "человеческого звена" ("человеческого фактора")	моносистемы (1 человек - например, пилот или оператор станков с ЧПУ);
	полисистемы (несколько человек, бригада), где выделяются: "паритетные" (когда все операторы работают "на равных") и иерархические (с четкой соподчиненностью операторов);
по типу взаимодействия человека и машины	непрерывное, постоянное (например, система "водитель - автомобиль");
	частичного, стохастического (например: система "оператор - компьютер, ЭВМ", "наладчик -станок с ЧПУ");
	эпизодическое взаимодействие;
по типу и структуре машинного компонента в БТС.	инструментальные БТС (неотъемлемый компонент системы - инструменты и приборы, которые отличаются высокой точностью выполняемых самим человеком операций, то есть важна роль самого человека);
	простейшие человеко-машинные системы (включают стационарные и нестационарные технические устройства);
	сложные человеко-машинные системы (включают целую систему взаимосвязанных аппаратов, различных по своему функциональному назначению);

	системотехнические комплексы (часто система расширяется до "человек - человек - машина" - это как некая иерархия более простых систем).
--	---

Традиционно выделяются следующие показатели *качества систем* "человек - машина" (БТС).

1. Важнейшей характеристикой сложной системы является ее "эргономичность". В целом эргономичность БТС предполагает:

- управляемость системы (социально-психологические и психологические характеристики; возможность контролировать систему);
- обслуживаемость (соответствие физиологическим и психофизиологическим характеристикам оператора);
- освояемость (соответствие системы антропометрическим характеристикам оператора);
- обитаемость (соответствие гигиеническим требованиям).

2. Основные показатели работы систем "человек - машина":

- быстроедействие (определяется временем прохождения информации по замкнутому контуру "человек - машина", т.е. время, отсчитываемое от момента приема сигнала до реакции на сигнал);
- надежность и точность работы оператора (степень вероятности правильного решения задач оператором);
- своевременность решения задачи (как вероятность того, что поставленная задача будет решена вовремя, то есть не позже установленного времени);
- безопасность труда оператора (как снижение вероятности травм и аварий);
- степень автоматизированности БТС (как относительное количество информации, перерабатываемой автоматическими устройствами);
- экономические показатели (полные затраты на проектирование, создание и эксплуатацию БТС).

3. Классификация основных условий (элементов), определяющих эффективность:

- санитарно-гигиенические условия: освещенность (естественная, искусственная); вредные вещества (пары, газы, аэрозоли); микроклимат (температура, влажность, скорость движения воздуха); механические колебания (вибрации, шум, ультразвук); излучения (инфракрасное, ультрафиолетовое, ионизирующее, электромагнитное, волны радиочастот); атмосферное давление (повышенное, пониженное); профессиональные инфекции и биологические агенты (микроорганизмы, профессиональные инфекции, макроорганизмы - растения, животные).

- психофизиологические ("трудовые") элементы: физическая нагрузка (энергозатраты - в ккал/час; грузооборот за смену - в КГМ); рабочая поза; нервно-психическая нагрузка; монотонность трудового процесса; режим труда и отдыха (внутрисменный, суточный, недельный, годовой); травмоопасность.

- эстетические элементы: гармоничность цветоцветовой композиции; гармоничность звуковой среды; ароматичность запахов; композиционная согласованность природного пейзажа; композиционная целостность интерьеров рабочих помещений; композиционная согласованность компонентов технологического оборудования; композиционная согласованность компонентов дополняющих объектов (объектов, не несущих функциональной нагрузки; временных объектов); гармоничность рабочих поз и трудовых движений;

- социально-психологические элементы: сплоченность коллектива; характер межгрупповых отношений в коллективе (лидерство, производственные конфликты); внепрофессиональные факторы (бытовые условия, семейные отношения).

Важнейшими характеристиками БТС являются устойчивость и восприимчивость. Устойчивость к реализации внешних возмещений заключается в том, что сложные биотехнические системы должны обладать определенным результирующим потенциалом, под которым понимается совокупность их мобилизационных возможностей, а также механизмы их вовлечения в процессы, обеспечивающие не только необходимое

приспособление к внешним воздействиям, но и закладывающее определенную основу дальнейшего развития всей биотехнической системы в целом.

Классификации различных видов реализации внешних возмещений (в том числе и инновационных проектов) на сложную биотехническую систему включает в себя различные критерии: происхождение, иерархичность уровня, адекватность, факультативность, эволюционное значение, влияние на структурное содержание, реактивность, императивность, перспективность, характер, латентность, темп, делинквентность, конструктивность.

Предложенные результаты исследования позволяют отразить множественность базовых характеристик, а также внутреннюю сущность реализации сложной биотехнической системы внешних воздействий.

В теории уровня реализации внешних воздействий на сложные биотехнические системы выделяют четыре этапа:

- оценка подготовленности системы;
- ориентация – знакомство с требованиями среды;
- действенная реализация возмущения – собственно приспособления;
- функционирование-преодоление проблемы.

Исследуя реакцию сложных биотехнических систем на внешние возмущения, можно говорить только об ее первых двух этапах, на которых держатся методологические принципы, определяющие содержание последующих этапов и упорядоченность реализации внешних воздействий:

- *стратегическая целенаправленность*, которая заключается в необходимости четкости определения и осмысленности достижения цели развития сложных биотехнических систем;

- *конструктивность*, которая определяет необходимость использования адекватных методов управленческого воздействия на сложную биотехническую систему для достижения цели, учитывающих и ресурсную ее обеспеченность;

- *последовательность*, предполагающая постоянство и определенный порядок воздействия на сложную биотехническую систему с целью достижения желаемого результата;

- *активность*, предусматривающая взаимодействие и взаимовлияние внешней среды и биотехнической системы;
- *субъективность*, обеспечивающая учет баланса технических, биологических и экономических интересов.

Таким образом, учитывая, во-первых, то, что реализация биотехнической системы на внешнее воздействие является определенным средовым «вызовом», перспективной целью для биотехнической системы; во - вторых, этапность и методологические принципы самой реакции на внешнее возмущение биотехнической системы следует опираться на понятие стратегической реализации, определяя ее как целенаправленное создание и закрепление уникальной совокупности свойств, обусловленной включением биотехнической системы в систему средовых взаимодействий и направленной не только на текущее погашение внешнего воздействия, но и определяющей перспективы и тенденции ее дальнейшего развития.

Основная цель определена как создание математической модели повышенной надежности реализации внешних возмущений, в том числе и инновационных процессов для обеспечения возможных условий функционирования биотехнической системы.

Достижения надежного функционирования биотехнических систем должно осуществляться комплексно, взаимосвязано и поэтапно с определением приоритетов.

Построение механизма устойчивости любой биотехнической системы является центральной проблемой в изучении развития этой системы. Наилучшим образом механизмы устойчивости исследованы в биологии, механике и психологии.

Под механизмом устойчивости биотехнической системы понимается совокупность состояний и действий, определяющих характер взаимодействия с внешней средой и направленных на погашение воздействия внешней среды.

Механизм надежного функционирования БТС (ее устойчивость) определяется как совокупность последовательно реализуемых состояний и

действий, имеющих стратегическую направленность на активное воздействие внешней среды и предусматривающее управленческое воздействие на процесс в направлении надежного функционирования биотехнической системы.

При рассмотрении вопроса об устойчивости биотехнической системы основным критерием являются механизмы, способствующие более быстрому восстановлению устойчивости при внешних возмущениях, и их можно подразделить на две группы: конструктивные и деструктивные.

Выделены следующие деструктивные механизмы:

- *уклонение*. Механизм характеризуется тем, что в одних случаях управляющая система сознательно не замечает тех проблем, с которыми сталкиваются биотехнические системы. В других случаях также сознательно отказывается от вариантов решения имеющихся проблем, которые требуют не только значительных усилий, но и нового взгляда.

В этом случае функционирование биотехнической системы приобретает форму, жестко подчиненную сложившимся внешним обстоятельствам. Исключаются попытки альтернативного развития.

- *беспорядочный перебор* вариантов функционирования. Механизм характеризуется отсутствием осмысления вариантов и последствий принимаемых решений, а также низким уровнем ответственности за них. С одной стороны, такое поведение может приносить определенную пользу в кризисных условиях. Однако оно сопряжено с падением стабильности функционирования биотехнической системы в целом.

- *поиск в условиях ограниченной качественности и информативности управления*. Эта форма поведения предполагает недостаточный уровень подготовки оператора, хотя и готовых действовать в направлении решения сложившихся проблем.

При выделении конструктивных механизмов отправным моментом является механизмы рациональной регуляции управляющим уровнем, как своего поведения, так и поведения всех подсистем биотехнической системы, в направлении оптимального взаимодействия с обстоятельствами или их

преобразования в соответствии с поставленными целями в условиях функционирования во внешней среде.

Механизмы, определяющие устойчивость биотехнической системы к внешним воздействиям и модели поведения биотехнической системы, оказывают двойственное взаимовлияние. С одной стороны выбор тех или иных механизмов устойчивости определяет модель поведения биотехнических систем. Но с другой стороны, заранее сделанный выбор модели поведения биотехнической системы окажет непосредственное влияние на формирование набора факторов устойчивости этой системы [53].

Область исследования сложных биотехнических систем определяется разработкой математических моделей, позволяющих спрогнозировать надежность функционирования системы в устойчивом состоянии, при переходе от неустойчивого состояния к устойчивому и от устойчивого состояния к неустойчивому.

Данные математической модели позволят объективно и адекватно описать состояние сложных биотехнических систем и их реакцию на возможность (необходимость) внешнего возмущения.

При оценке восприимчивости биотехнических систем (технологического процесса обработки посевов летательными аппаратами) мы основное внимание уделяли развитию теоретических положений инновационной восприимчивости (сложных биотехнических систем), расширению понятийного аппарата (введено понятие фаз жизни биотехнической системы с точки зрения ее устойчивости-неустойчивости для оценки реакции системы к внешним воздействиям, уточнено понятие инновационной восприимчивости, формализовано представление биотехнической системы как системы технологий в их постнеклассической и постиндустриальной трактовке); обоснованы параметры порядка биотехнических систем в качестве инструмента оценки их инновационной восприимчивости.

Циклическая и диалектическая природа инновационного процесса подчеркивалась еще основателями теории инновационного развития (Н.Д.

Кондратьев, И.Шумпетер, Г.Менш и т.д.), с одной стороны, инновационный процесс является неотъемлемой частью развития биотехнических систем, но вместе с позитивными аспектами, инновационный процесс сопровождается и разрушительными эффектами, что вызывает естественную защитную реакцию биотехнических систем и особенно его биологической системы [53].

Весь спор имеющихся сегодня позиций по определению понятия «инновационная восприимчивость» может быть представлен в виде нескольких основных подходов.

Первый подход – инновационная восприимчивость формулируется как часть инновационного потенциала. Второй подход – инновационная восприимчивость как основа или антипод инновационной активности. В рамках третьего подхода инновационная восприимчивость рассматривается как функция спроса. К четвертому подходу были отнесены позиции, рассматривающие инновационную восприимчивость как комплексную интегральную характеристику всего инновационного процесса. В.М. Полтерович вводит такую интегральную характеристику как «абсорбционная способность», то есть способность системы распознавать ценность новой внешней информации, усваивать ее и применять ее для коммерческого использования. Необходимость введения такой характеристики обосновывается сложностью современных биотехнических систем. На признании принципиальной роли сложности и нелинейности поведения биотехнических систем в их способности к восприятию изменений, вызванных инновационным процессом, настаивает и ряд других авторов (Глазьев С.Н., Евстигнеева А.П., Шохов А.С. и т.д.) [53].

Сложные биотехнические системы характеризуются открытостью (наличие обмена с внешней средой) и нелинейностью (в силу наличия в составе подсистем разных уровней развития и разной породы).

Открытые и нелинейные системы, обладают способностью к сложному поведению, выражаемой в смене периодов устойчивости и неустойчивости. Чем выше неустойчивость системы, тем выше ее реакция на внешние

изменения. В этом случае имеет существенное значение направление движения системы в период неустойчивости – от устойчивого состояния или к устойчивому состоянию.

При движении от устойчивого состояния (развитие неустойчивости) системы реагирует на огромный спектр возможных изменений. Она готова среагировать на любое даже очень малое возмущение. При движении к устойчивому состоянию (затухающая неустойчивость) система еще реагирует на изменения, не только те, совпадают с образом нового, будущего устойчивого состояния.

В связи с этим предложено восприимчивость биотехнической системы к внешним возмущениям отражать в виде циклического (или частичного циклического) повторения четырех фаз жизни: устойчивость, развивающаяся неустойчивость, бифуркация, затухающая неустойчивость. Замыкает цикл выход биотехнической системы на новое устойчивое состояние.

Исходя из этого, под восприимчивостью биотехнических систем к внешним возмущениям, понимается их способность включать в свою структуру и деятельность изменения, вызванные этими внешними возмущениями.

Степень восприимчивости биотехнических систем к изменениям может быть выражена через степень их устойчивости /неустойчивости, а оценка восприимчивости именно к изменениям, вызванным внешними воздействиями, может быть получена через задание специфического способа представления биотехнических систем. Установлено, что определение степени и характера устойчивости (неустойчивости) системы возможно через построение математической модели с расчетом показателей ее устойчивости /неустойчивости или через обобщенный показатель.

Именно значение обобщенного показателя позволяет рационально уменьшить сложность изучаемой биотехнической системы и относительно простым образом описать сложное поведение.

Комплексный показатель включает в себя самые медленно релаксирующие неустойчивые характеристики системы. Они выражают факт

нахождения консенсуса между отдельными подсистемами и элементами системы, согласуют поведение отдельных ее частей в периоды неустойчивости. Значения комплексного показателя постоянно взаимодействуют и конкурируют между собой. Макроскопические свойства систем, способные к сложному поведению, могут быть описаны через взаимодействие и конкуренцию параметров порядка.

Трудность заключается в выборе основы для моделирования сложного поведения биотехнической системы. Лучше всего это поведение описывается фрактальной структурой, то есть через выявление базового элемента, подобного (изоморфного) по отношению ко всем элементам и компонентам моделируемой системы. В качестве способа представления биотехнической системы, одновременно позволяющего оценивать восприимчивость биотехнических систем к изменениям, вызванным внешним возмущением и быть базовым элементом фрактальной структуры нами, как и многими другими исследователями, использовано понятие технологии.

Современный экономический словарь трактует технологию как способ преобразования вещества, энергии, информации в процессе изготовления (получения) продукции. В условиях индустриального общества, образ технологий прочно связан с техническими и промышленными аспектами их функционирования. С позиций же постиндустриального общества, понятие технологии может быть применено для описания всех возможных способов преобразования одних продуктов в другие (управленческих, информационных и т.д.), но определение технологии только как способа преобразования одного продукта в другой недостаточно для описания биотехнической системы.

Такой подход к определению технологии не позволяет рассматривать технологии как сложное и биологическое явление, причины сложности к биологичности остаются за рамками данного определения.

Использование постнеклассического подхода к исследованию биотехнических систем, позволяет сформулировать новую целостность понятий технологии путем синтеза объекта, способов воздействия и субъекта

воздействия в единое и сложное целое. Уточненное определение как опосредованный волей субъекта способ преобразования одного набора продуктов в другой.

Подавляющее большинство современных продуктов получается в результате использования совокупности взаимодействующих технологий, образующих их систему.

Подход к биотехническим системам как системам технологий позволяет исследовать их сложное поведение и восприимчивость к изменениям, вызванным внешними возмущениями. Путем анализа каждого типа связей этой системы, можно выделить целый перечень неустойчивых характеристик биотехнических систем, рассматриваемых как системы технологий в их постнеклассической и постиндустриальной трактовке. Для обоснования сложного поведения биотехнических систем определены следующие значения комплексного показателя:

- *уровень кластеризации связей.* Отражает структуру взаимных связей между компонентами системы с точки зрения тенденции их распределения: равномерной или кластерной;

- *уровень информационности.* Отражает способность компонентов системы игнорировать и использовать новую информацию на основе знаний;

- *уровень рефлексивности.* Отражает глубину рефлексивных образов у субъектов системы, представленность и степень взаимопроникновения субъектов системы в рефлексивные образы друг друга;

- *уровень разнообразия связей между компонентами.* Отражает количество взаимных связей между компонентами системы, их многообразие;

- *уровень согласованности ценностей.* Отражает наличие или отсутствие общего направления движения (вектора) у субъектов, наличие направляющего ориентира для их самоорганизации в виде перечня согласованных ценностей.

Исследование суммарной динамики изменения состояний значения комплексного показателя, соотнесение этой динамики с фазой жизни

биотехнической системы, позволит произвести оценку степени и характера восприимчивости наблюдаемой системы к внешнему воздействию.

В устойчивости и неустойчивости биотехническая система обработки посевов летательными аппаратами имеет качественно различные состояния. Для отслеживания таких состояний достаточно небольшого количества градаций, но с дифференцированным отражением их динамики. В качестве конкретных методов оценки уровня неустойчивости через параметры порядка в функционировании биотехнических систем использованы различные качественные и количественные методы оценки.

Для оценки уровня связей применена формула относительно информационной энтропии Шеннона, позволяющая измерить уровень неоднородности значений членов числовых рядов (1)

$$H_0 = \sum \left(\frac{S_i}{n} * \log \left(\frac{S_i}{n} \right) \right) / \log \left(\frac{1}{k} \right) \quad (1)$$

где S_i - значение членов числового ряда;

n – равно сумме всех S_i ; суммирование производится по i от 1 до k ;

K - равно количеству членов ряда.

Для расчета уровня согласованности ценностей применен метод ранговой корреляции Спирмена, определяющего фактическую степень параллелизма между двумя числовыми рядами изучаемых признаков, когда дается оценка точности установленной связи с помощью количественного коэффициента (2):

$$R = 1 - 6(\sum d^2) / (n(n^2 - 1)), \quad (2)$$

где $\sum d^2$ - сумма квадратов разностей рангов, а n - число парных наблюдений.

Уровень информациональности предложено рассчитать путем оценки вклада информационных сегментов в подсистемы биотехнической системы. Для оценки уровня разнообразия связей используем формулу потенциального разнообразия системы.

Высокой неустойчивости будет соответствовать ситуация приближения количества связей к количеству подсистем (их компонентов), а их среднего

значения – к единице. Форма приближения к единице носит нелинейный характер, значимым является только среднее количество связей в диапазоне от 1 до 2, то есть для оценки уровня разнообразия связей нет необходимости выявить все связи, если их среднее количество превышает 2.

Для характеристики уровня рефлексивности биотехнической системы использовать метод количественного описания. Носителем свойств рефлексивности является субъект (подсистема). Градация данного параметра порядка отражает представленность и степень взаимопроникновения подсистем биотехнической системы в рефлексивные образы друг другу.

Предлагаемые методы с одной стороны универсальны, то есть могут применяться к оценке состояний обобщенного показателя любой биотехнической системы. С другой стороны могут содержать специфику предварительных процедур, которые зависят от особенностей конкретной биотехнической системы.

Полученный суммарный динамический портрет позволяет перейти к формированию концептуальных основ механизма управления восприимчивостью биотехнических систем.

Предложен механизм управления восприимчивостью биотехнических систем, обеспечивающей согласование внутренней динамики развития системы и изменений, вызванных внешними возмущениями [53].

Основными составляющими восприимчивости биотехнических систем как единого целого являются:

- сама биотехническая система как единство совокупности своих подсистем, обладающих способностью к сложному поведению, разной степенью восприимчивости к воздействиям, вызванным внешними возмущениями;
- обобщенный показатель биотехнической системы, отражающие внутреннюю динамику системы;
- внешние возмущения.

Предлагаемый механизм управления внешними возмущениями биотехнических систем основан на согласовании внутренней динамики развития систем изменений, вызванных внешними возмущениями (воздействием).

Объектами управления предлагаемого механизма являются как подсистемы биотехнической системы, так и действия по созданию внешних возмущений.

В силу целостности биотехнической системы и сложности ее поведения, каждое действие по созданию внешних возмущений может вызвать в ней как положительную, так и отрицательную для внешних воздействий реакцию. К тому же, рассматриваемая биотехническая система постоянно испытывает изменяющее ее воздействие внутренней и внешней среды.

Биотехническая система может в принципе не иметь состояний, способных воспринять внешние возмущения, если уровень затрат на приведение системы в такое состояние может нивелировать возможную выгоду от их воздействия.

В качестве субъекта управления могут выступать, как индивидуальные, так и суммарные подсистемы рассматриваемой биотехнической системы. Особенностью предлагаемого механизма является постнеклассическая интерпретация характера взаимодействия между подсистемами и объектом (биотехнической системой).

Субъект, с одной стороны, имеет более широкие, чем у подсистемы границы, с другой стороны, является неотъемлемой ее частью.

Субъект постоянно меняется вместе с управляемой системой, и это изменение, в свою очередь приводит к изменению самой системы, ее внешней среды и других подсистем. В механизме управления субъект является не только основным субъектом управления, но и ключевым объектом управления и изменения.

Именно его уровень развития и занимаемая позиция могут переломить текущую траекторию развития системы и повлиять на восприимчивость

(реакцию) всей биотехнической системы к внешним возмущениям. Так же субъектом управления могут выступать и другие подсистемы биотехнической системы путем согласования своего поведения.

Ресурсами управления реакцией (восприимчивостью) к внешним возмущениям технологического процесса обработки посевов сельскохозяйственных культур летательными аппаратами являются: внутренняя динамика развития биотехнической системы и поставляемые внешней средой устойчивость и неустойчивость, выражаемые в трансформации и перераспределении энергетических, информационных, временных и др. ресурсов.

Методологической основой предлагаемого механизма являются:

- *Согласованность* внешнего возмущения и внутренней динамики развития биотехнической системы. С одной стороны внутренняя динамика системы имеет для нас более высокий приоритет, чем внешние возмущения. И этот приоритет реализуется через использование алгоритма управления целенаправленной системой. С другой стороны, управляющие воздействия производим только в «топологически правильном» состоянии биотехнической системы – в состоянии неустойчивости.

- *Управление* взаимодействием и конкуренцией значений комплексного показателя путем применения недетерминированного алгоритма поиска решения. Данный алгоритм отличается отсутствием гарантий в достижении поставленной цели, но обеспечивается вероятность ее достижения за ограниченное номинальное время.

- *Определение* текущей восприимчивости биотехнической системы к изменениям, вызванным внешними возмущениями, по суммарному динамическому портрету комплексного показателя.

Перечень применяемых для корректировки состояния и состава показателей управленческих методов и инструментов не является для предлагаемого механизма определяющим. Это могут быть методы управления внешней и внутренней средами, инструмента регулярного, стратегического,

проектного менеджмента и т.д. Суммарный динамический портрет значений показателей позволит в данном случае, оценить результативность применяемых управленческих методов и процедур [53].

Действия по выработке альтернатив по устранению разрыва между желаемым и фактическим состоянием показателей, формированию гипотез и критериев отбора, действие по согласованию взаимодействия и конкуренции параметров порядка биотехнической системы обработки посевов летательными аппаратами не детерминируются с данным контуром и являются зоной профессионального разнообразия, творчества и свободы выбора методики.

Необходим экономически обоснованный выбор типа летательного аппарата для проведения работ: самолет АН-2 сельскохозяйственного назначения или мотодельтаплан. Необходимо исследовать, как влияют особенности каждого типа летательного аппарата на экономическую эффективность авиационно-химических работ, так как они значительно различаются по многим показателям: масса загружаемых химических веществ, рабочая скорость, емкость топливных баков, скорость перелета, время производственного цикла и т.д.

Кроме того, необходимо разработать целый ряд математических моделей, позволяющих объективно отобрать изучаемый процесс (обработку сельскохозяйственных культур летательными аппаратами) и спрогнозировать их поведение.

1.2. Обоснование экономических преимуществ использования сельскохозяйственной авиации в технологических процессах.

Несмотря на негативное воздействие на окружающую среду химических средств обработки сельскохозяйственных угодий, без их применения невозможно получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Значительный вклад в процесс химизации вносит аграрная авиация, являющаяся неотъемлемым технологическим звеном в сельскохозяйственном производстве. Основной объем авиационных работ в сельском хозяйстве

Оренбургской области выполняется самолетами Ан-2 и сверхлегкими летательными аппаратами.

Постоянно меняющиеся условия деятельности авиационных отрядов (расстояние подлета самолета до обрабатываемого участка, различные длины гона, нормы загрузки рабочим веществом, изменения цен на топливо и др.) диктуют необходимость точного определения уровня безубыточного функционирования - порога целесообразности авиационных работ.

Анализ порога целесообразности является частью анализа, основанного на использовании предельных величин (относительных приростов) для исследования экономических процессов. Согласно маржинальной доктрине, субъекты хозяйствования принимают решения, исходя из стремлений достичь максимальную предельную полезность (приращение полезности на единицу затрачиваемых ресурсов, затрат).

Экономический анализ позволяет в комплексе выявить влияние цен, издержек, объема выпускаемой продукции, услуг на величину прибыли путем определения уровня безубыточности (другими словами, порога целесообразности или границы эффективности).

В наших исследованиях мы попытались обосновать целесообразность применения авиационной техники (точки безубыточности авиационных работ) для одного полета, т.е. нахождение такого расстояния перелета воздушного судна от аэродрома до обрабатываемого участка и такой длины гона, при которых прибыль от данного полета равна нулю и авиационное предприятие не несет убытки.

Специфика каждого вылета самолета для обработки сельскохозяйственных культур заключается в том, что приходится обрабатывать поля, отличающиеся длиной гона, расстоянием от аэродрома до обрабатываемого участка, загрузкой воздушного судна химикатом, нормой его распределения и т.д.

В расчетах мы использовали постоянные и переменные параметры. К постоянным параметрам относятся: загрузка воздушного судна химикатом,

норма расхода рабочего вещества, ширина захвата самолета, время на элементы полета (взлет, полет до участка и обратно, время работы над гоном, развороты), скорость полета воздушного судна, стоимость летного часа и величина тарифа авиационных работ. Переменными параметрами являются длина гона и расстояние подлета от аэродрома до обрабатываемого участка.

В каждом авиационном отряде индивидуальны суммы затрат и удельный вес статей расходов в себестоимости летного часа, а следовательно - и себестоимость летного часа. Эти различия можно объяснить разными годовым объемом выполняемых авиационных работ и количеством воздушных судов, разнообразием их типов, степенью изношенности парка, интенсивностью его использования, организационной структурой авиационного предприятия и другими факторами.

Основной единицей учета объема работы сельскохозяйственной авиации является приведенный летный час. Себестоимость приведенного летного часа определяется делением суммы всех эксплуатационных затрат на общий объем работ.

Анализ себестоимости летного часа самолета Ан-2 по статьям затрат авиационного отряда за 2009 год свидетельствует о том, что наибольший удельный вес в ней приходится на следующие статьи затрат на топливно-смазочные материалы — 37,5 %, на оплату труда — 26,1 %, на техническое обслуживание и ремонт — 11,7 % от суммы всех затрат (табл. 2).

Таблица 2.

Себестоимость летного часа самолета АН-2 на работах в отрасли растениеводства.

№ п/п	Статьи затрат	Сумма	Удельный вес, %
1	Затраты на оплату труда	2341	26,1
2	Отчисления на социальные нужды	1023	11,4
3	Затраты на топливно-смазочные материалы	3364	37,5
4	Затраты на амортизацию	72	0,8
5	Затраты на аэропортовое обслуживание	161	1,8
6	Затраты на ТО и В СВАД	1049	11,7
7	Затраты на аэронавигационное обслуживание	170	1,9
8	Затраты на метеобслуживание	135	1,5
9	Обязательное страхование	36	0,4

10	Прочие производственные расходы	619	6,9
	Итого	8970	100,0

Значительный уровень затрат на авиационное топливо и масло можно объяснить ценами, имеющими тенденцию к росту.

В сумму на оплату труда включена заработная плата всего личного состава авиационного отряда.

Существенные суммы затрат на техническое обслуживание и ремонт объясняются значительным периодом эксплуатации и большим физическим износом самолетов Ан-2, поэтому в последнее время сельскохозяйственные организации все больше внимания уделяют мотодельтапланам.

Для определения порога целесообразности применения авиации в сельском хозяйстве на основе известных характеристик мотодельтаплана возьмем за основу методику, предлагаемую Федоренко М.А. С учетом нашей доработки установим и примем в расчетах следующие технико-эксплуатационные параметры (табл. 3). [137].

Таблица 3.

Исходные данные для расчета порога целесообразности при проведении авиационных работ мотодельтапланом.

№ п/п	Наименование параметров	Обозначения	Значение параметра	Единица измерения
1	Одноразовая загрузка рабочим веществом	ГЗ	1200,0	кг
2	Норма расхода химического вещества	НР	25,0	кг/га
3	Ширина рабочей полосы обработки	Ш _{раб}	20,0	м
4	Время одного разворота	В _{раз}	78,0	с
5	Время на взлет и посадку	В ₄	66,0	с
6	Рабочая скорость над обрабатываемым полем	V _{раб}	160,0	км/ч
7	Скорость полета	V _{пол}	100,0	км/ч
8	Тариф на обработку сельскохозяйственных культур	T	175,0	руб/га

Время полета воздушного судна на работах по авиационному распределению химических веществ включает время взлета, перелета от

аэродрома (площадки) до обрабатываемого поля, обработки участка (полета по гонам), разворотов на гоны, перелета от обработанного посева до аэродрома и посадки.

Время на взлет и посадку определяется взлетно-посадочными характеристиками соответствующего типа летательного аппарата и состоянием взлетно-посадочной полосы. Время, затрачиваемое на развороты для захода на очередную полосу, существенно сказывается на общей продолжительности полета.

Продолжительность полета ($B_{пол}$) – летное время, затрачиваемое летательным аппаратом на один производственный цикл, рассчитывается по формуле:

$$B_{пол} = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = \frac{10 \cdot 3}{HP \cdot Ш_{раб} \cdot V_{раб}} + \frac{3 \cdot B_{раз}}{6 \cdot HP \cdot D_{г} \cdot Ш_{раб}} + \frac{2L}{V_{пол}} + B_4, \quad (3)$$

где B_1 - время работы летательного аппарата (время распыления химического вещества над полем), сек; B_2 - время на развороты летательного аппарата для захода на очередную полосу, сек.; B_3 - время полета летательного аппарата от рабочей площади (аэродрома) до обрабатываемого поля и обратно, сек.; B_4 - время на взлет и посадку летательного аппарата, сек.; 3 – одноразовая загрузка летательного аппарата химическим веществом, кг (л); HP - норма расхода химического вещества на 1 га, кг (л)/га; $Ш_{раб}$ – ширина рабочей полосы обработки, м.; $V_{раб}$ – рабочая скорость летательного аппарата над обрабатываемым полем, км/час; $B_{раз}$ – время одного разворота летательного аппарата для захода на очередную полосу, сек.; D – длина гона обрабатываемого поля, км.; L – расстояние от рабочей площади (аэродрома) до обрабатываемого поля, км; $V_{пол}$ – скорость полета летательного аппарата от рабочей площади (аэродрома) до обрабатываемого поля и обратно, км/час; 10, 6, 2 – коэффициенты для пересчета значений показателей, входящих в формулу, к одним соответствующим единицам измерения.

Результаты расчетов по определению продолжительности полета летательных аппаратов на примере мотодельтаплана по обработке посевов сельскохозяйственных культур представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Продолжительность полета летательных аппаратов (на примере мотодельтаплана), сек.

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	2970	2602	2190	1878	1566
1,0	2994	2526	2214	1902	1590
2,0	3036	2568	2256	1944	1632
3,0	3084	2616	2304	1992	1680
4,0	3132	2664	2352	2040	1728
5,0	3180	2712	2400	2088	1776

Анализ данных таблицы 4 свидетельствует о том, что с увеличением длины гона и уменьшением расстояния подлета к обрабатываемому участку время полета самолета сокращается, а с увеличением расстояния подлета и уменьшением длины гона, наоборот, увеличивается. Авиационному предприятию наиболее выгодна ситуация, когда продолжительность полета минимальная и, следовательно, можно обработать большее количество посевов и получить больше прибыли.

Производительность летательного аппарата в летный час Q определяется по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot 3}{B_{пол} \cdot НР}, \quad (4)$$

где 60 – коэффициент для времени.

Результаты расчетов по определению производительности полетов в летный час показывают, что наибольшая производительность авиационных работ будет при наименьшем расстоянии подлета самолета к обрабатываемому полю и наибольшей длине гона (табл. 5).

Таблица 5.

Производительность полета летательных аппаратов (в летный час) на примере мотодельтаплана, га, час.

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	58,2	69,1	78,9	92,1	110,4
1,0	57,8	68,5	78,1	90,9	108,8
2,0	56,9	67,2	76,5	88,8	105,7
3,0	56,0	66,0	74,9	86,7	102,8
4,0	55,2	64,9	73,5	84,7	100,0
5,0	54,4	63,8	72,1	82,8	97,4

Себестоимость авиационно-химической обработки 1 га посевов сельскохозяйственных культур зависит от типа летательного аппарата, себестоимости летного часа и производительности летательного аппарата в летный час. Себестоимость рассчитываем делением значения себестоимости летного часа летательного аппарата на значение его производительности, определяемую количеством сельскохозяйственных посевов, обрабатываемых за летный час.

$$C = \frac{C_{л.г}}{Q}, \quad (5)$$

где C - себестоимость обработки 1 га, руб./га;

$C_{л.г}$ - себестоимость летного часа, руб./га;

Q - производительность летательного аппарата в летный час, га/час.

Стоимость летного часа находится как отношение всех эксплуатационных затрат к общему объему выполненных работ в часах. Данные расчеты представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Себестоимость обработки 1 га сельскохозяйственных посевов летательными аппаратами (на примере мотодельтаплана), руб./га

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	102,8	86,6	75,8	64,9	54,2
1,0	103,6	87,4	76,6	65,8	54,9
2,0	105,2	88,9	78,2	67,4	56,6
3,0	106,8	90,6	79,8	68,9	58,2
4,0	108,4	92,2	81,4	70,6	59,8

5,0	110,0	93,8	83,0	72,2	61,4
-----	-------	------	------	------	------

Анализ значений себестоимости обработки 1 га сельскохозяйственных культур мотодельтапланом, представленных в таблице 6, свидетельствуют о том, что себестоимость полетов в летный час уменьшается при сокращении расстояния подлета к обрабатываемому полю и увеличении длины гона вследствие уменьшения числа разворотов.

Тариф на обработку 1 га сельскохозяйственных посевов составляет 175 руб.

В таблице среди значений вычисленной себестоимости обработки 1 га можно выделить зоны, где затраты могут превышать эту сумму и где не они не превышают. Следовательно, при длине гона и расстоянии подлета, соответствующих зоне, где себестоимость не превышает тариф, авиапредприятие будет получать прибыль. При этом прибыль будет увеличиваться вследствие уменьшения себестоимости, так как денежная выручка от обработки 1 га сельскохозяйственных посевов (тариф) остается постоянной.

Фактическую площадь обработанных сельскохозяйственных посевов (S_{ϕ}) можно найти по следующей формуле:

$$S_{\phi} = \frac{3}{HP}, \quad (6)$$

где S_{ϕ} - фактическая площадь сельскохозяйственных посевов, обработанных за 1 полет, га.

Результаты расчетов площади фактически обработанных сельскохозяйственных угодий, представленные в таблице 7, показывают, что фактическая производительность зависит только от массы загруженного в летательный аппарат рабочего вещества и нормы его расхода.

На нее не оказывают никакого влияния расстояние подлета, длина гона и другие факторы, поэтому цифровые значения в таблице 7 одинаковы. В нашем случае фактическая площадь обработанных сельскохозяйственных угодий составляет 48 га.

Таблица 7.

Фактическая площадь обработанных сельскохозяйственных посевов летательными аппаратами (на примере мотодельтаплана) за один полет, га

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
1,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
2,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
3,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
4,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
5,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0

Используя формулы (5) и (6), можно найти фактическую себестоимость проведения авиационно-химических работ перемножением себестоимости обработки 1 га на фактическую площадь обрабатываемых посевов:

$$C = C_{\text{гг}} \cdot S, \quad (7)$$

где C - фактическая себестоимость авиационно-химических работ, руб.

Анализ данных, полученных в ходе расчета, показывает, что наименьшая себестоимость при авиационно-химических работах всех 48 га сельскохозяйственных посевов будет при минимальном расстоянии подлета и наибольшей длине гона. В этом случае себестоимость авиационно-химических работ значительно варьирует от 2600 руб. при длине гона 2 км и расстоянии подлета 500 м до 7613 руб. при длине гона 500 м и расстоянии подлета 5 км.

Таблица 8.

Фактическая себестоимость обработки всех сельскохозяйственных посевов летательными аппаратами (на примере мотодельтаплана), руб.

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	4933,0	4155,5	3637,2	3118,8	2600,5
1,0	4971,6	4194,1	3675,7	3157,4	2639,0
2,0	5048,8	4271,3	3752,9	3234,6	2716,2
3,0	5125,9	4348,4	3830,1	3311,7	2793,4
4,0	5203,2	4425,6	3907,3	3388,9	2870,6
5,0	5280,3	4502,8	3984,4	3466,1	2947,7

Зная фактическую площадь, обработанную самолетом, и тариф на обработку 1 га, можно вычислить денежную выручку авиаотряда от проведенных работ. Денежная выручка будет одинакова независимо от длины гона и расстояния подлета, так как производительность фактическая и тариф на обработку 1 га - величины постоянные и в наших расчетах составляют 48га и 135 руб./га соответственно. Сумма денежной выручки во всех сравниваемых вариантах составит 6480 руб.

По разнице денежной выручки и себестоимости авиационно-химических работ вычисляем прибыль (убыток) от их проведения:

$$P_p(Y_o) = B - C, \quad (8)$$

где $P_p(Y_o)$ - прибыль (или убыток) авиаотряда от проведения авиационно-химических работ, руб;

B – денежная выручка, руб.;

C – себестоимость авиационно-химических работ.

Результаты по определению прибыли (или убытка), представленные в таблице 9, демонстрируют условия полета, при которых авиационно-химическая работа будет прибыльной или убыточной

Таблица 9.

Прибыль (убыток) от выполнения авиационно-химических работ летательными аппаратами (на примере мотодельтаплана), руб.

Расстояние полета, км	Длина гона, км				
	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
0,5	1546,9	2324,5	2842,8	3361,2	3879,6
1,0	1508,4	2285,9	2804,3	3322,6	3840,9
2,0	1431,2	2208,7	2727,2	3245,4	3763,8
3,0	1354,0	2131,6	2649,9	3168,3	3686,6
4,0	1276,8	2054,4	2572,7	3091,1	3609,4
5,0	1199,7	1977,2	2495,6	3013,9	3532,3

С увеличением расстояния подлета более 3—4 км при длине гона менее 800 м деятельность авиаотряда становится убыточной и нецелесообразной. В то же время прибыль от работы самолета возрастает при уменьшении расстояния подлета и увеличении длины обрабатываемого поля. Данные таблицы 28

позволяют определить порог целесообразности, т.е. точку безубыточности (прибыль равна нулю). Эта точка при длине гона, равной 0,6 км, находится на отрезке между расстоянием подлета в 3—4 км.

Проведем ряд вычислений для ее точного определения. В ходе преобразования вышеприведенных формул получим окончательное уравнение для определения прибыли от авиационно-химических работ.

$$P_p = \frac{3}{HP} \left[C_{\text{тар}} - C_{\text{лч}} \left(\frac{10 \cdot 3}{HP \cdot \text{Ш}_{\text{раб}} \cdot V_{\text{раб}}} + \frac{3B_{\text{раз}}}{6HP \cdot D_z \cdot \text{Ш}_{\text{раб}}} + \frac{2R}{V_{\text{пол}}} + B_4 \right) \right] \quad (9).$$

Для нахождения порога целесообразности проведения авиационно-химических работ необходимо прибыль принять равной нулю. Затем подставить цифровые значения в формулу, кроме длины гона и расстояния подлета и решить это уравнение. Полученная зависимость позволяет за одну операцию определить прибыль от выполнения авиационно-химических работ, вводя исходные данные о параметрах летательного аппарата и об условиях работы:

$$\begin{aligned} P_p &= \frac{3}{HP} \left[C_{\text{тар}} - C_{\text{лч}} \left(\frac{10 \cdot 3}{HP \cdot \text{Ш}_{\text{раб}} \cdot V_{\text{раб}}} + \frac{3B_{\text{раз}}}{6HP \cdot D_z \cdot \text{Ш}_{\text{раб}}} + \frac{2R}{V_{\text{пол}}} + B_4 \right) \right] = 0 \\ \frac{1200}{25} \left\{ 135 - 5981 \left[\frac{1}{120} \left(\frac{60}{160} + \frac{1,3}{D_p} \right) + \frac{25}{72000} \left(\frac{120R}{155} + 1,1 \right) \right] \right\} &= 0 \\ D_r &= \frac{3109,92}{5473,4 - 77,3R} \quad (10). \end{aligned}$$

При длине гона $D_r = 0,6$ км расстояние подлета R будет составлять 3,8 км. Это значение и будет являться порогом целесообразности выполнения авиационно-химических работ. В нашем случае будет именно такая зависимость R от значения D_r . При других технико-эксплуатационных параметрах (разовая загрузка летательного аппарата, норма расхода рабочего вещества, ширина захвата и т. д.). Математическая формула примет другой вид.

Из формулы 10 можно вычислить тариф на проведение авиационно-химических работ. Для этого необходимо предварительно установить величину необходимой прибыли.

Зависимость по определению тарифа имеет следующий вид:

$$C_{\text{тар}} = \frac{\Pi_p \cdot HP}{3} + C_{\text{лч}} \left[\frac{1}{6III} \left(\frac{60}{V_{\text{раб}}} + \frac{B_{\text{раз}}}{D} \right) + \frac{HP}{60 \cdot 3} \left(\frac{120R}{V_{\text{пол}}} + B_4 \right) \right] \quad (11).$$

Данные зависимости могут успешно применяться при предварительной оценке проводимых авиационно-химических работ в отрасли растениеводства любым типом летательного аппарата.

Глава II. Организационно-экономические условия использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Стабильные и высокие урожаи зерновых сельскохозяйственных культур - заветная мечта хлеборобов России и Оренбургской области, работающих в довольно жестких природных условиях. Резко континентальный климат, недостаток осадков, иссушающий зной, поздневесенние и раннеосенние заморозки, высокая подверженность распаханых почв эрозионным процессам, благоприятные условия для массового размножения особо опасных вредителей сельскохозяйственных культур и распространения болезней предъявляют повышенные требования к земледельцам области. Поэтому необходимо как можно больше знать, чтобы полнее учитывать природные особенности и наиболее рационально их использовать для получения высоких и устойчивых урожаев, без нанесения экологического ущерба агроценозам.

Растениеводство - это сложное и многогранное взаимодействие человека и природы, которое наиболее тесно проявляется в сельскохозяйственном производстве, где нет мелочей и природа довольно жестко наказывает за допущенные промахи или неиспользованные возможности. Поэтому объективный анализ состояния производства, передового опыта, научных разработок позволяет выявить нерешенные проблемы и перспективные направления, разработать конкретные мероприятия по закреплению положительных тенденций в отрасли.

Основное внимание всех работающих на земле должно быть уделено проблеме рачительного использования пашни, отдача от которой равносильна нашему отношению к ней. Сказать, что сегодня мы стали относиться к земле лучше, нельзя. Негативные изменения, происходящие в агропромышленном комплексе, не обошли стороной и отрасль растениеводства. Среди определенной категории работников стало преобладать пренебрежительное отношение к земле: взять из нее все, что можно, получить сегодня максимально возможный урожай, а что будет потом, на какой земле будут жить дети и внуки, их не волнует.

Пригодная к использованию пашня - это богатство, которым нельзя разбрасываться. В каждый гектар вложены огромные материальные ресурсы и тяжелый труд многих поколений земледельцев. Поэтому необходимо сохранить и по возможности приумножить это богатство, оставить надежное наследство для будущих поколений.

В книге «Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области», при анализе современного состояния и перспектив развития сельского хозяйства области определяется, что «пашня в обработке не должна превышать 5 млн. га»/(5). Исходя из каких соображений, в обработке должно остаться 5 млн. га пашни - не обосновывается. То ли исходя из ограниченных возможностей к обработке столь значительных площадей пашни, то ли из-за намерения переориентации сельского хозяйства на производство других видов продукции, не нуждающихся в пашне, а может по каким-то другим причинам, неизвестно [103].

По нашему мнению, определяющим здесь должна быть пригодность пашни к использованию в соответствии с научно-обоснованными нормативами к ее состоянию. Исходя из этого, и должна определяться площадь пашни в обработке, а на основании рекомендаций ученых по оптимальной структуре посевных площадей, рассчитываться ресурсный потенциал для ее рационального использования.

Обобщение результатов почвенных обследований, сравнительный анализ фактических площадей посева основных сельскохозяйственных культур и рекомендаций ученых по структуре посевных площадей, привязка этих материалов к современному распределению территории области по природно-сельскохозяйственным районам позволят дать обоснованный ответ о площади пашни, которая должна быть в обработке, определить пути наиболее рационального использования пашни под сельскохозяйственными культурами.

В последние годы все активнее обсуждается проблема зависимости страны от импорта продовольствия, которая особенно остро проявляется в крупных городах и отдельных регионах. Сельское хозяйство нашей области

имеет четко выраженную зерновую направленность. Но в годы засух (1975, 1998, 2005, 2009) валовое производство не покрывало потребностей области в зерне и его приходилось заимствовать из федерального резерва. Не решена проблема и полного обеспечения населения области в собственном картофеле, овощах и плодово-ягодной продукции. Практически те средства, которые получают сельскохозяйственные товаропроизводители области от реализации излишков зерна, произведенного в среднестатистические по урожайности годы, уходят на приобретение привозных картофеля, овощей, плодов и ягод [8].

Значительный ущерб сельскому хозяйству наносят различные стихийные бедствия. Так, в 1998 и 2009 году из-за жесточайшей засухи сельскохозяйственные культуры в области погибли на площади 2,6 млн. га. Определенную угрозу урожаю представляют особо опасные вредители сельскохозяйственных культур (саранчовые, луговой мотылек, клоп - вредная черепашка). Борьба с ними должна вестись на самом высоком техническом и технологическом уровнях, с использованием самых современных химических и технических средств, в том числе и летательных аппаратов [77].

2.1. Диагностика использования технических средств в технологических процессах сельского хозяйства.

В современных условиях продуктивность земледелия находится в прямой зависимости от прогрессивных технологий.

Мировая практика сельскохозяйственного производства показывает, что без использования средств химизации и борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных растений невозможно получить экономически оправданный урожай. Общая тенденция химизации и борьбы с заболеваниями идет не по пути сокращения и запрещения, а дальнейшего развития на основе разумного и рационального применения.

Одним из реальных и перспективных направлений на современном этапе развития сельскохозяйственного производства является применение высокоточных технологий, которые гарантируют резкое увеличение производительности и интенсификацию производственных процессов, а,

следовательно, снижают себестоимость и повышают конкурентоспособность сельхозпродукции. К высокоточным технологиям относится применение авиационных способов обработки посевов - авиационно-химические работы, которые проводятся сельскохозяйственными летательными аппаратами, в частности, самолетами и малыми летательными аппаратами.

В последние годы по России проводится около 35 видов авиационно-химических работ, и работ по борьбе с заболеваниями сельскохозяйственных растений и саранчой, несмотря на тяжелые нынешние экономические условия, спад сельскохозяйственного производства, недостаток оборотных средств.

Анализ тенденций развития сельского хозяйства позволяет утверждать, что существует реальная необходимость возрастания роли сельскохозяйственной авиации. Это обусловлено возможностью обрабатывать посевы в период их роста и развития, не причиняя механических повреждений, доступность выполнения полетов над полями во время размокания почвы, высокая точность: равномерное распределение удобрений, ядохимикатов, выдерживание с особой точностью заданной нормы расхода химикатов на единицу площади, большая производительность — все это является основным условием широкомасштабного применения сельскохозяйственных летательных аппаратов в сельском хозяйстве, в том числе и мотодельтапланов.

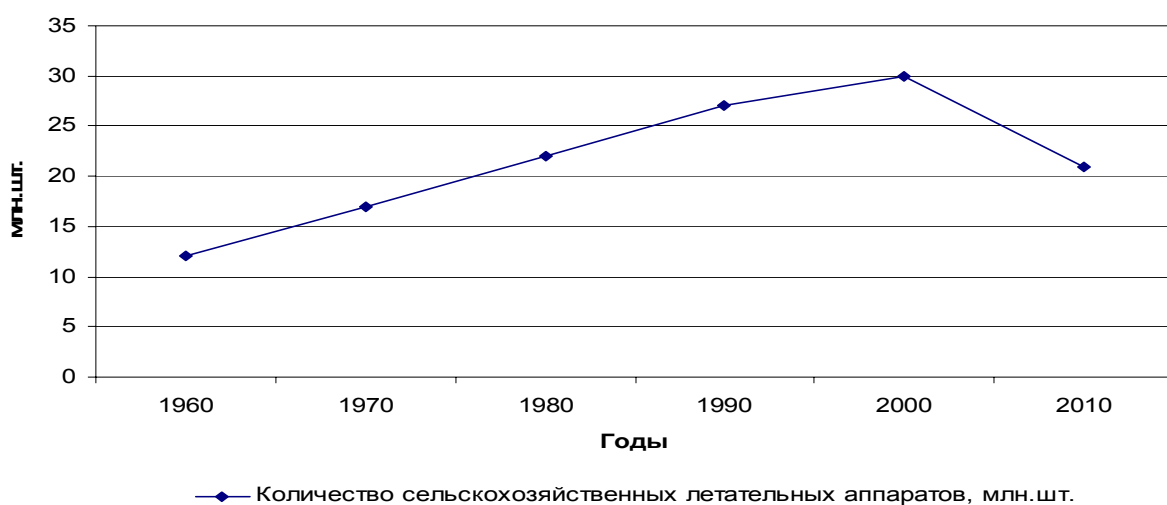


Рис. 4. Количество сельскохозяйственных летательных аппаратов

Особый авторитет авиации на сельскохозяйственных работах создают конструктивные особенности перед наземными машинами:

-Авиация способна выполнять работы при любом состоянии почвы. Наземные машины в ранне-весенний, осенний периоды, когда размокает грунт, передвигаться не могут, из-за чего многие виды агроприемов не выполняются или проводятся позже с нарушением агротехнических сроков и не дают ожидаемых результатов.

- Не уплотняет почву, не разрушает структуру пахотного слоя, не делает механических повреждений обрабатываемым растениям. При обработке наземными машинами в период роста и развития растений только за счет образуемой колеи 6-8 процентов поля исключается из полезной площади и не дает желаемого результата.

- Обладает высокой производительностью, превышающей наземные машины в 6 - 15 раз, за счет это обеспечивается выполнение работ в лучшие агротехнические сроки при должном качестве работ и экономятся трудовые и энергетические сельскохозяйственные ресурсы. За сезон работ 1 самолет Ан - 2М заменяет ежедневный труд 14-20 рабочих и работу 7-10 тракторных агрегатов с опрыскивателями или разбрасывателями минеральных удобрений.

- Обеспечивает высокую точность нормы расхода и равномерность распределения вносимых веществ в малых дозах от 1 до 5 л.(кг.) на 1 га. Что позволяет более рационально расходовать дорогостоящие средства защиты растений и минеральные удобрения. Переход к интенсивным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур требует широкого применения современных ядохимикатов и удобрений. Стоимость и эффективность этих препаратов очень высока и доходит до 400 долларов и более за 1 кг. , что требует очень строгого дозирования при внесении удобрений и ядохимикатов при сжатых агротехнических сроках и наилучшим способом их внесения будет авиационный способ: это подтверждается увеличением роли и количества сельскохозяйственных летательных аппаратов в развитых странах.

- Имеет хорошую мобильность и маневренность, может оперативно прибывать к местам работ и выполнять необходимые агротехнические приемы в самые кратчайшие сроки, а при защите растений своевременно ликвидировать опасность их повреждения или гибели.

Удельный вес видов авиационно - химических работ по годам меняется и приводит к изменению требований к летательным аппаратам. В годы максимального применения авиационно - химических работ в Российской Федерации 39,5 % общего объема химических работ выполнялось авиацией; приходящаяся на авиацию доля работ по химической защите растений от вредителей и болезней составляла 37,9 %, по борьбе с сорняками - 59,4 % и по дефоляции растений почти 100 %. Более 35 % минеральных удобрений вносилась с помощью авиации.

Внесение минеральных удобрений.

Авиационная сельскохозяйственная аппаратура позволяет с высокой точностью вносить минеральные удобрения в самых различных дозах от 50 - 200 грамм в 25 - 50 литрах рабочей жидкости до 50 - 500 кг.(л.)/га.

По данным международной организации по продовольствию и земледелию ФАО, средняя прибавка урожая на 1 кг. действующего вещества азота, фосфора, калия составляет у пшеницы 7,3 кг., кукурузы - 8,8 кг., сои - 5,5 кг. В США каждый вложенный на удобрения по кукурузу доллар дает 3-4 доллара прибыли.

Наибольший интерес в последнее время вызывают малые летательные аппараты (дельталеты, мотodelьталеты и д.р.), которые из-за своего небольшого веса более маневренны, не требуют специальных площадок для взлета и посадки и менее дорогостоящие.

На наш взгляд, именно за малой авиацией - будущее по применению ее в производстве сельскохозяйственных культур при химической обработке и борьбе с саранчой.



Рис. 5. Динамика основных видов авиационно-химических работ.

Исследования, проведенные в области, показывают, что себестоимость выполняемых работ малыми летательными аппаратами значительно ниже, чем при применении самолетов класса АН-2. И если учитывать достаточно малую производительность наземного транспорта (опыливатель, опрыскиватель и т.д.), ущерб, наносимый посевам, - можно говорить о целесообразности применения летательных аппаратов.

Классификации сверхлегких самолетов, основанные на выделении наиболее характерных признаков, представлены в таблице 10.

Таблица 10.

Классификации сверхлегких самолетов.

Схема	Моноплан	Биплан	Утка	Тандем
Фюзеляж	Ферменный	Полумонокоп	Монокоп	Балочный
Мест	Одноместный	Двухместный	Трехместный	-
Двигатель	ПД	ТВД	Дизельный	-
Крыло	Гибкое	Жесткое подкойное	Жесткое свободно несущее	-
Шасси	Неубирающееся	Убирающееся	Поплавки	-
Кабина	Открытая	Закрытая	Закрытая	

Фактически экологически и экономически оправданная потребность в авиационно-химической работе с применением летательных аппаратов по

Оренбургской области составляет 250-375 тыс. гектаров (без учета формажорных видов: борьба с саранчой и кузнечиками). С учетом нового рынка (борьба с колорадским жуком и фитофлорой) на полях индивидуальных хозяйств потребность в авиационно-химических работах возрастает до 550-700 тыс. гектаров.

Таблица 11.

Сравнительные данные авиационных и наземных средств по обработке сельскохозяйственных посевов методом опрыскивания с учетом затрат по недопущению ущерба окружающей среде.

№	Показатели	Размерность	Сельскохозяйственная авиация	Мотодельтаплан	Наземные средства
1.	Производительность	Га/ч.	100	31	3
2.	Стоимость с аппаратурой	Руб.	32700000	375000	894000
3.	Приведенная стоимость НКМ и затрат на ООС	Руб/га	120	36	39
4.	Потребное количество	Шт.	1000	2100	18900
5.	ПЭР	Руб/га	16680	2631	1920
6.	КЭР	Руб/га	3990	252	360
7.	Приведенные эксплуатационные затраты	Руб/га	207,0	93	555
8.	Суммарные приведенные затраты	Руб/га	327	141	798

Применение авиации в сельскохозяйственном производстве позволяет проводить операции по обработке площадей химикатами в оптимальные агротехнические сроки, без механических повреждений растений и уплотнения почвы, снизить потребность в наземной технике и рабочей силе, охватить большие территории и т. д. Вместе с тем, применение сельскохозяйственной авиации ограничивается рельефом местности, размерами полей, наличием препятствий на маршруте полета (лесных полос, ЛЭП и т. д.), наличием и состоянием взлетно-посадочных полос, условиями погоды, высокой

стоимостью работ, опасностью сноса химикатов и многими другими факторами.

Продолжающийся рост валовых и удельных объёмов авиационно-химических работ (АХР) с применением технологий ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) и мелкокапельного опрыскивания (МКО) свидетельствуют об углубляющейся тенденции вытеснения ими традиционного крупнокапельного авиационного опрыскивания, по крайней мере на таких видах работ как химпрополка, борьба с насекомыми-вредителями и болезнями растений. Более того, при ужесточении экологических требований этот процесс должен стать необратимым, а старение парка воздушных судов сельскохозяйственного назначения в ближайшее десятилетие только ускорит его.

Летательные аппараты, применяемые в настоящее время в сельском хозяйстве, разрабатывались в 20 веке, когда требования к экологии существенно отличались от нынешних, а об охране труда пилотов и персонала, занятых на АХР, заботы практически не было. Все без исключения летательные аппараты, используемые в нашей стране в сельском хозяйстве, не предназначены специально для этих работ, а лишь более или менее удачно приспособлены для них. В связи с этим технические и экономические показатели традиционных воздушных судов на АХР в целом нельзя признать удовлетворительными (стоимость обработки одного гектара – 10-14долл. США).

В связи с этим заслуживают внимания разработки нетрадиционных типов летательных аппаратов (ЛА), которые в какой-то мере позволили бы расширить перечисленные ограничения. Такими ЛА могут быть мотодельтапланы (МДП) и сверхлёгкие самолёты. Этот класс авиации традиционно называют сверхлёгкими летательными аппаратами (СЛА). Перспективность их применения в сельском хозяйстве подтверждается многочисленными исследованиями в нашей стране и за рубежом. Основными достоинствами СЛА являются незначительная высота полета (0,5...2,0 м), малая скорость (до 40 км/ч), высокая точность обработки, простота конструкции, возможность взлета

и посадки в поле, низкая стоимость. Именно эти качества обеспечили им высокий спрос во Франции, Италии, Канаде, Швейцарии, США, Венгрии и других зарубежных странах.

Для справки: традиционные летательные аппараты имеют скорость работы над сельхозугодиями 80...120 км/ч при технологической высоте полета 5...25 м.

В последние годы спрос на АХР и объемы АХР в России резко снизились и составляют около 6 млн. га. Однако, эта катастрофическая тенденция, на наш взгляд, не может быть продолжена - АХР не могут полностью исчезнуть. Более того, следует ожидать к 2010 их возрастание до уровня 1988...1990 гг., т. е. возрастания достаточно быстрого, симметричного падению. Структура АХР по норме внесения химиката - величина более стабильная, чем объемы АХР. На перспективу следует ожидать некоторого увеличения доли АХР с малыми нормами, что может стимулироваться в свою очередь более широким использованием СЛА.

Однако, наиболее важно и существенно то, что СЛА могут обеспечить повсеместное внедрение прогрессивных технологий по биологической защите растений, безвредных для человека, полностью исключая загрязнение окружающей среды, что может дать увеличение потребности в СЛА в десятки раз.

Основными преимуществами СЛА являются:

- существенно низкая стоимость;
- лучшие взлетно-посадочные характеристики;
- низкие эксплуатационные затраты, т. е, низкая себестоимость летного часа;
- полеты может выполнять пилот более низкой квалификации;
- более высокая мобильность, технологичность, ремонтпригодность;
- способность выполнять такие авиаработы, которые являются убыточными для ЛА тяжелых весовых категорий;
- способность выполнять авиаработы, свойственные только СЛА, такие, например, как биологический метод защиты растений.

Наибольшее свое значение и развитие сельскохозяйственная авиация получила во времена освоения целинных и залежных земель и с тех пор всегда оставалась необходимым звеном для поддержания сельского хозяйства Оренбургской области на должном уровне, так как, Оренбуржье было и остается житницей России. Но в отличие от финансовых вложений в сельскохозяйственную авиацию в 60-80-е годы, начиная с 1991 года ее содержание и выполнение авиационно-химических работ стало делом непосредственно авиапредприятий. Поэтому в конце 90-х годов в России практически не осталось отрядов малой авиации, что повлияло на снижение урожайности и распространение сельхозвредителей, а распространение саранчи, пришедшей из Казахстана, рассматривается в 1999 - 2010 годах как стихийное национальное бедствие.

Резкое обнищание Оренбургской области, вызванное отсутствием государственного финансирования предприятий оборонной промышленности, АПК, бюджетной сферы, удельный вес которых в структуре предприятий области достаточно высок, привело к резкому, сокращению рынка авиаперевозок в Оренбургской области.

Финансово-экономическое состояние предприятия в условиях появившихся и растущих с каждым годом «ножниц цен» стало резко ухудшаться, появились долги перед государством.

Предприятие было на грани краха. Только благодаря согласованным усилиям всех областных структур, заинтересованных в том, чтобы Оренбургская область имела свою авиакомпанию, своего авиаперевозчика, свои аэропорты в г. Оренбурге и Орске, в лице одного серьезного государственного предприятия, чтобы не растащили на отдельные структуры единое целое, строившееся десятилетиями, как это случилось в других областных центрах, спасло авиапредприятие от гибели. Представив доказательную документацию, обосновывавшую необходимость существования, ГУАП было включено в перечень крупных социально значимых предприятий России на территории Оренбургской области.

Оренбургская область - одна из крупнейших в Российской Федерации областей, имеющая важное стратегическое значение, о чем свидетельствуют следующие факты:

1. общая протяженность границ с республикой Казахстан 2446 км.;
2. международные воздушные трассы, проходящие через Оренбургскую область, соединяют две части света - Европу и Азию;
3. при организации полетов на межправительственном уровне Оренбургский аэроузел является официальным запасным аэропортом, а также используется для дозаправки авиации МЧС, таможенного и пограничного комитетов, Министерства Обороны.

Начиная с 1991 года содержание сельхозавиации и выполнение авиационно — химических работ практически стало делом только авиапредприятия. Несмотря на все сложности, повышение затрат, рост долгов сельхозпредприятий за выполненные работы, коллектив ГУАП вкладывал средства в содержание 45 самолетов Ан-2, используемых только 3 месяца в году. За 1995 -2007 годы было вложено 42,4 млн. рублей, а начисленные доходы составили лишь 32,3 млн. рублей; за период с 1995-2007 объем работ уменьшился в 4 раза (1995 г. - 404 тыс. га., 2007 - 92 тыс. га.) и лишь в 2008 г. наметилась тенденция к увеличению: обработано 315 тыс. гектар сельхозугодий с налетом 2185 час., в 2001 году обработано 415 тыс. га с налетом 2805 час.

За последние три года наметился стабильный рост объемов авиационно - химических работ:

1. Обработано площадей в 2007 - 93 тыс. га; 2008 - 315 тыс. га.; в 2009 г.-415 тыс. га.; 2010 – 415 тыс. га.; заявлено АПК на 2011 г. - 445 тыс. га.
2. Налет часов составил в 2007 г. - 663 часа; 2008 г. – 2185 часов; 2009 г. – 2805 часов; 2010 – 2900 часов; прогноз на 2011 г. – 3200 часов.
3. За сезон 2009 года при выполнении авиахимработ израсходовано 494 тонны авиабензина на общую сумму 9 млн. рублей. Несмотря на высокую стоимость - 18400 руб. за 1 тонну, его экономии не уделялось должного внимания. л

Часовой расход составил в 2008 г. - 146 кг/час в 2009 г.-158 кг/час Рост +12 кг/час.

Из-за возросшего на 8 % удельного расхода авиабензина относительно прошлого года дополнительно израсходовано 34 тонны на общую сумму 625 тыс. руб. Начиная с 2007 года, в Оренбургской области было организовано три авиаотряда, предназначенных для авиационно-химических работ, в состав которых входят мотодельталеты и дельталеты Урал Р16.

В течение последних четырех лет в Оренбургской области проводятся не только теоретические результаты в области повышения целевой и экологической надежности авиационно-химических работ, но и экспериментальные АХР в рамках Комплексной целевой программы "Ассоциация" Министерства образования РФ. Созданы и успешно работают два предприятия "Аэросервис", оснащенные аэрокомплексами FO-2. Эксплуатация аэрокомплексов осуществляется под контролем Федеральной службы воздушного транспорта РФ. Результаты АХР за несколько последних лет сведены в таблицу 12.

Практическая работа по применению аэрокомплексов FO-2 на АХР наряду с достоинствами выявила ряд существенных недостатков этих СЛА, не позволяющих увеличить производительность АХР без снижения безопасности полетов.

Таблица 12.

Сведения о практических результатах АХР на СЛА в Оренбургской области.

Показатели эффективности по годам	Общий объем выработки (га)	Общий налет (летных часов)	Средняя выработка на экипаж (га)	Средний налет на экипаж (летных часов)	Средняя производительность (га/час)	Макс. суточная выработка на экипаж (га)
1995 г.	1180	34	1180	34	34,2	112
1996 г.	7838	139	2612	46,5	56,2	330
1997 г.	18400	322	4541	80,5	57,4	430
1998 г.	48500	840	3800	70	57	350

В основном эти недостатки обусловлены типом применяемых СЛА. При работе на крупноконтурных полях площадью более 200 га., что наиболее

характерно для Оренбургской области, необходим ЛА, обеспечивающий полезную нагрузку 150...200 кг и имеющий высокую энерговооруженность для обеспечения безопасного маневрирования в рабочем диапазоне высот при максимальном полетном весе.

Исследования показали, что в настоящее время наиболее предпочтительным летательным аппаратам для АХР является легкий двухмоторный цельнометаллический самолет РП-200 "Цикада", изготавливаемый совместно предприятиями г. Самары и г. Оренбурга. Он позволяет удвоить производительность АХР и существенно улучшить условия работы пилота, то есть увеличить безопасность полетов. К ряду достоинств относится тот факт, что данный ЛА не будет простаивать в межсезонье. Имея закрытую кабину, он способен выполнять ряд практических задач, свойственных авиации общего назначения.

Технико-экологическая модель прогнозирования затрат при обработке сельскохозяйственных культур летательными аппаратами.

Распространяемые (рекомендуемые) в последние годы высокоурожайные сельскохозяйственные культуры значительно потеряли сопротивляемость к болезням и вредителям. Поэтому все более остро встает вопрос об эффективной обработке сельскохозяйственных культур от заболеваний и вредителей (саранчи). Наиболее эффективно эту проблему, особенно в чрезвычайных ситуациях, целесообразно решать с помощью обработки посевов летательными аппаратами, применяющих высокоточную и экологически надежную технологию внесения химических средств защиты с применением современных информационных технологий.

Сравнивая методы внесения химических веществ летательными аппаратами с целью защиты растений и обработку полей наземными средствами, можно отметить следующие преимущества авиационно-химических работ:

- современные высокопроизводительные аппараты позволят в короткий срок обработать большие площади сельскохозяйственных культур;

- химическая обработка сельскохозяйственных культур летательными аппаратами в разы быстрее, чем наземной техникой;
- авиатехника может работать на сильно увлажненной почве (особенно в ранневесенний период);
- применение для обработки сельскохозяйственных культур летательных аппаратов не вызывает механических повреждений посевов.

При этом важен и структурный состав оптимального парка летательных аппаратов области, в который должны входить сельскохозяйственные самолеты легкого, среднего, тяжелого классов; мотодельтапланы.

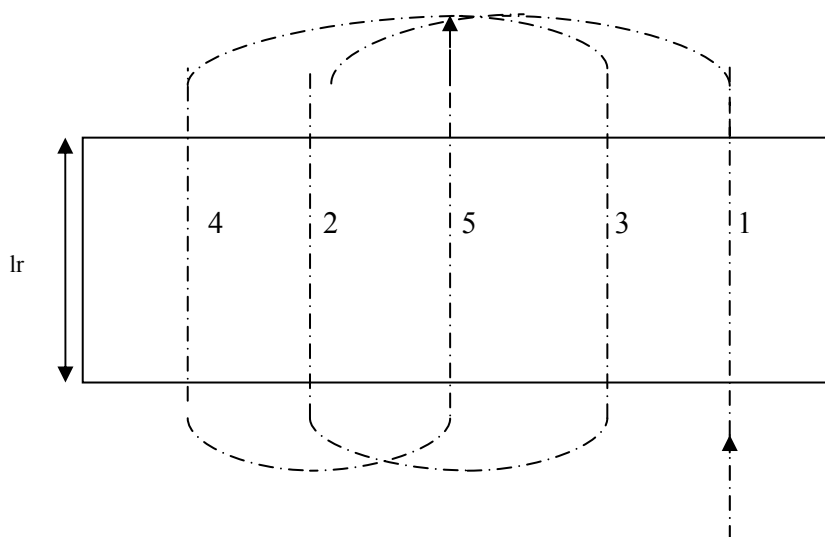
По размерности – сколько в количественном отношении каждого класса любого типа летательных аппаратов должно быть в авиапарке специализированной системы для выполнения авиационно-химических работ.

Конфигурация полей сельскохозяйственных культур.

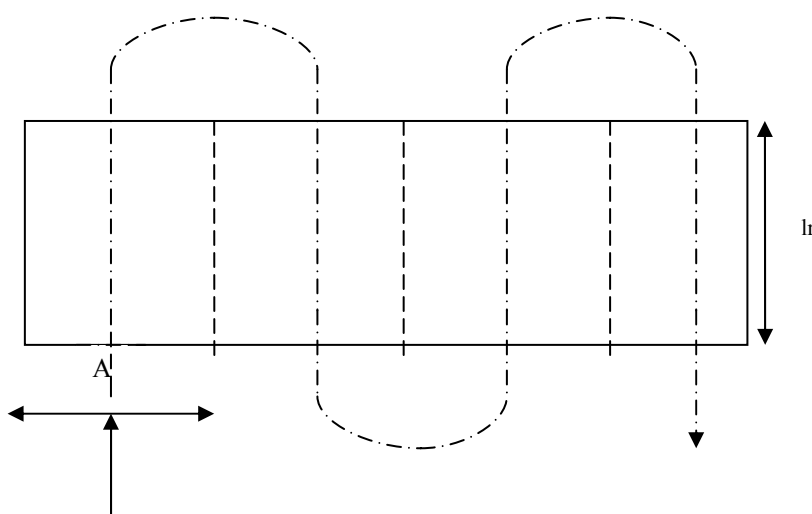
Поля для проведения авиационно-химических работ существенно отличаются по конфигурации, размерам, длине гона, удалению от аэродрома. На эффективность проведения авиационно-химических работ также влияют такие показатели, как: рельеф местности, расположение полей и др. Кроме того, авиационно-химические работы характеризуются выбранным видом обработки (борьба с сорной растительностью и болезнями сельскохозяйственных культур, десикация, борьба с вредителями и др.) и методом внесения химикатов.

Технология выполнения авиационно-химических работ на полях заключается в последовательном нанесении параллельных полос химикатов (рис.6), один из способов обработки: «челночным», «загонным» или «нестандартным».

Суть «челночного» способа заключается в том, что пилот летательного аппарата проводит отдельные параллельные заходы на обрабатываемый участок включением и выключением сельскохозяйственного оборудования, соответственно, в начале и конце участка.



а) «загонный»



б) «челночный»

lr – длина гона, м.

A – ширина захвата обработки, м

Рис.6. Способы обработки полей при АХР

При «загонном» способе участок делится на две равные, последовательно обрабатываемые полосы. Этот способ намного безопаснее и проще «челночного» за счет уменьшения крена при развороте на повторный заход. Существуют и другие способы обработки посевов. Так, «нестандартный» способ впитал в себя положительные характеристики «загонного» способа, но сохранил и некоторые недостатки «челночного».

Перед началом полета определяется рациональная длина гона, исходя из конкретных условий расположения поля (в системе одновременно

обрабатываемого участка), направление ветра и другие данные. Из практических исследований видно, что выбранная длина гона существенно влияет на производительность летательного аппарата и в целом на затраты обработки поля химикатами.

Норма расхода химических веществ на один гектар посевов, с одной стороны, зависит от методов обработки авиационно-химических работ, с другой стороны, влияет на экономическую эффективность проводимых работ.

Современная агротехника большое внимание уделяет точному внесению под культуры оптимальных доз удобрений. Колебания во вносимых дозах на 20 % приводит к снижению окупаемости затрат в 2 раза, а при колебании доз более 30 % внесение удобрений оказывается не рентабельным. Обеспечить в полной мере выполнение основных двух факторов - дробное внесение и точную дозу - возможно при авиационном методе применения удобрений.

Защита растений от сорняков с использованием большой и малой авиации осуществляется методом применения гербицидов в виде опрыскивания. Несмотря на очень острые проблемы, возникающие с применением гербицидов в части экологической опасности, широкая практика хозяйств России и зарубежный опыт показывает, что получать устойчивый урожай при полном отказе от гербицидов не возможно.

Авиационным методом применяются гербициды при защите от сорняков зерновых колосковых культур, сахарной свеклы, льна, а также от сорных растений на паровых полях, стерне.

Защита растений от вредителей и болезней.

Авиация в химическом методе защиты растений используется для борьбы с наиболее опасными для урожая сельскохозяйственными вредителями и болезнями. Широко применяется авиация в химической защите при возделывании зерновых колосковых культур, сахарной свеклы, многолетних трав, горохе и картофеле с многоядными вредителями — саранчовыми. Используются инсектициды контактного и кишечного действия. Нормы

расхода рабочей жидкости на защите растений от вредителей и болезней обычным методом 25 - 50 л./га.

Авиация применяется в борьбе с 95 видами вредителей и 16 видами болезней культурных растений. В последние годы почти 60 % гербицидов, около 30 % ядохимикатов и до 13 % минеральных удобрений, поставляемых сельскому хозяйству, вносится с помощью авиации.

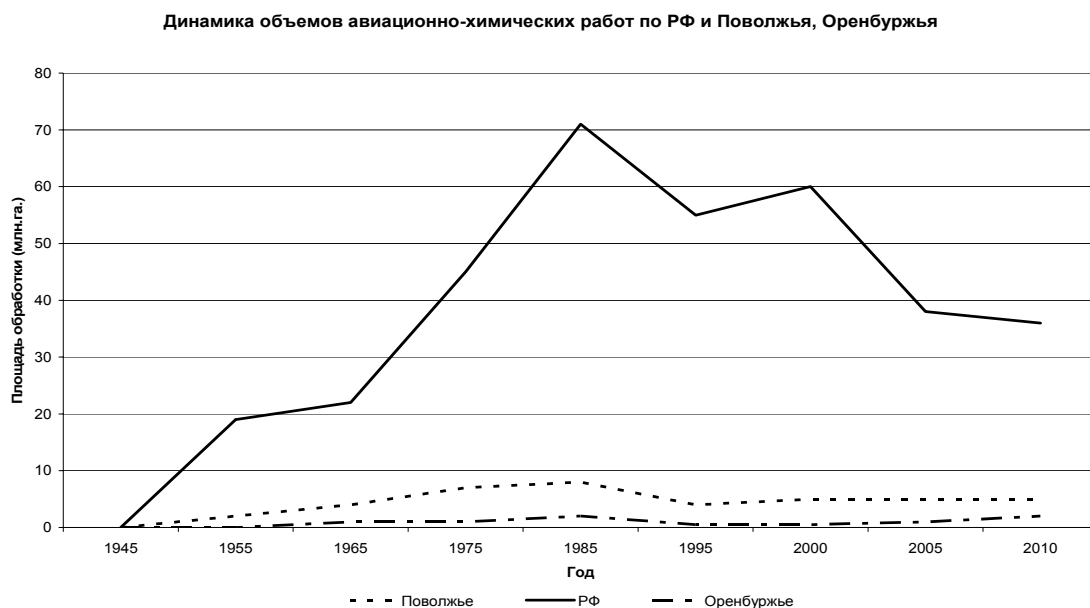


Рис. 7. Динамика объемов авиационно-химических работ РФ, Поволжья и Оренбуржья.

По прогнозу специалистов в программе «Определение потребностей отрасли народного хозяйства в авиаработах с расширением сферы применения авиатехники» авиационная техника в борьбе с вредителями и болезнями, как и в настоящее время, будет применяться на посевах зерновых и бобовых культур, сахарной свеклы, многолетних трав, льна, картофеля, овощей, а также в садах, виноградниках.

В последнее время наблюдается стабилизация объемов применения авиационно-химических работ в РФ.

Средняя производительность летательного аппарата на всех видах авиационно-химических работах (а их более 65) составляет 10000 га. в год, что при средней сезонности работы в два месяца (60 рабочих дней на данном виде авиационно-химических работах) дает суточную производительность

160га./сут. При среднесуточном (за год) налете в два часа производительность составляет в среднем 80 га./час.

Определенный интерес представляет эволюция методов авиационных работ в сельском хозяйстве по годам. Тенденция изменения представлена в таблице 13.

Таблица 13.

Тенденция изменения методов авиационно - химических работ.

Методы авиационно - химических работ	Относительный объем, %	
	современность	перспектива
Опрыскивание	40	50
Опыление	10	2
Рассев	40	3
Разбрасывание	4	4
Малообъемное	4	20
Ультромалообъемное	2	21
ИТОГО	100	100

- Доля такого метода авиационно-химических работ, как авиаопыление, заметно снижается, вплоть до полного исключения этого метода из практики в виду сильного загрязнения окружающей среды даже при ветре меньше 1,2 - 1,5 м./с.;

- Доля разбрасывания приманок, где самолет был вне конкуренции, резко снижается (до 3 - 4 %) и в перспективе применение этого вида авиационно - химических работ будет носить эпизодический и территориально ограниченный характер;

- Внесение минеральных удобрений (30 % объема всех авиационно - химических работ) проводится методом посева и авиаопрыскивания;

- Особое место занимает применение жидких сложных минеральных удобрений большой плотности, дорогих и широко применяемых за рубежом, и отказ от применения гранулированных.

Особенностью авиационно - химических работ, как и самой отрасли растениеводства, является сезонность работ. Как правило, «пики» объемов

выполнения авиационно — химических работ приходится на весенне - летние месяцы. Из этого следует, что одна из основных задач - внедрение новых видов авиационно - химических работ с целью сокращения сезонности применения авиации и малых летательных аппаратов в сельском хозяйстве. Другой важной задачей является увеличение средне годового налета, а следовательно и производительность сельскохозяйственного летательного аппарата, которая достигает в следствии:

- Лучшего использования сельскохозяйственного летательного аппарата в месяцы «пик», когда летное время наиболее благоприятно по метеоусловиям;
- Четкой организации проведения авиационно - химических работ, как со стороны Гражданской авиации, так и со стороны заказчика, сельскохозяйственного производства;
- Организации профилактики, текущего ремонта и осмотра сельскохозяйственного летательного аппарата;
- Уменьшение сезонности работ внедрением новых видов авиационно - химических работ в малозагруженные месяцы года.

Авиационный способ стал применяться во всех основных видах обработок: защите от вредителей, болезней, сорняков, деформации, десикации, внесении удобрений, а также борьбе с малярийными комарами и другими переносчиками опасных заболеваний.

В середине 80-х годов ежегодно в Российской Федерации с воздуха обрабатывалось около 40 млн. га сельскохозяйственных угодий. Однако, в 90-е годы в силу общих экономических причин в стране эти показатели значительно снизились. Так в 1992 году было обработано 13 млн. га, в 1996 году – 4 млн. га, а в 1998 – всего 1,8 млн. га.

В последние года наметилась положительная тенденция роста объемов авиационно-химических работ, что связано с общим оздоровлением экономики России. В 2000 было обработано 3 млн. га, в 2002 году – 5,6 млн. га, в 2005 – 7,1 млн. га. Прогнозируется, что потребность России в авиационно-химических работах к 2015 году возрастет до 10-12 млн. га. В год [15].

Таблица 14.

Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях

Показатели	Год											
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ):	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 в % к 1990
всего, тыс. ц.	874,9	32,8	32,7	62,5	35,1	36,1	53,9	30,0	92,1	119,7	140,1	16,0
на один гектар, кг.	16,1											
всей посевной площади		3,9	0,9	1,7	1,1	1,2	1,9	1,1	3,8	4,5	5,2	32,3
зерновых культур (без кукурузы)			1,0	2,0	1,2	1,5	2,4	1,3	4,3	5,3	6,3	
кукурузы на зерно			8,9	7,2	18,9	7,7	6,4	2,6	17,9	12,6	11,2	
подсолнечника			0,4	1,4	1,7	0,7	2,3	1,7	4,3	3,7	2,3	
кормовых культур			0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,2	0,7	0,6	1,5	
Удельный вес удобренной минеральными удобрениями площади во всей посевной площади, процентов			2,4	4,9	3,5	3,6	5,4	3,9	9,8	11,7	15,9	

Таблица 15

Внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях

Показатели	Год										
Внесено органических удобрений	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
всего, тыс. т	5396,3	676,7	727,9	417,0	536,4	472,8	414,3	501,3	589,0	702,7	250,2
на один гектар, ц.:											
всей посевной площади	1,0	0,8	1,9	1,1	1,7	1,5	1,4	1,9	2,4	3,0	1,0
зерновых культур (без кукурузы)			2,6	1,3	2,3	2,2	2,1	2,6	3,3	4,0	1,0
подсолнечника			-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
кормовых культур			0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,5	0,2	1,0
Удельный вес удобренной минеральными удобрениями площади во всей посевной площади, процентов			0,9	0,5	0,5	0,5	0,4	0,9	0,9	0,9	0,3

Авиационный способ применения химических средств обеспечивает, в первую очередь, оперативность обработок на значительных площадях, а также обработку высокостебельных культур и культур сплошного посева без технологии колеи. Он дает возможность обрабатывать посевы при любом состоянии почвы и рельефа, что позволяет за короткий период времени обрабатывать большую площадь сельхозугодий и не дать возможность вредителям и болезням нанести ущерб, а при использовании гербицидов успеть провести обработку в определенную фазу развития сельскохозяйственной культуры и сорняков. Например, обработка зерновых культур в фазу молочной, молочно-восковой спелости против клопа-черепашки, хлебных жуков, тлей, трипсов возможна только авиационным способом, не говоря уже о десикации подсолнечника и уничтожении саранчи. Обработка наземной техникой обширных площадей подсолнечника от лугового мотыля, гороха от гороховой зерновки затруднены, так как растения в этот период уже имеют большую высоту, да и в этих случаях нужна большая оперативность [132].

Перед наземным способом химической обработки сельскохозяйственных культур применение летательных аппаратов имеет целый ряд преимуществ: высокая производительность (в 6-15 раз выше наземных машин), что позволяет выполнять работу в сжатые сроки; экономия трудовых и материальных ресурсов (за сезон один летательный аппарат высвобождает труд 14-20 рабочих и 7-10 тракторных агрегатов), отсутствие неблагоприятного воздействия на почву и механических повреждений растений (при обработке наземными машинами 6-8% посевной площади выводится из оборота за счет технологической колеи; возможность выполнения работ при любом состоянии почвы; экономия энергоносителей (на 18-20% меньше на единицу площади в сравнении с наземной техникой); высокая маневренность и мобильность [45].

В целях повышения производительности сельскохозяйственных летательных аппаратов основные усилия специалистов направлены на снижение норм расхода рабочих растворов путем совершенствования технологии выполнения работ и опрыскивающего оборудования. Кроме того,

стремятся поднять производительность за счет увеличения высоты полета (для увеличения ширины захвата) и скорости летательных аппаратов. Однако последний путь приводит к негативному влиянию на окружающую среду.

До последнего времени парк сельскохозяйственных летательных аппаратов представлял собой, в основном, самолеты АН-2, которые эксплуатируются с середины прошлого века. Эти самолеты безнадежно устарели и обладают целым рядом недостатков (основные из них – высокие издержки и несоответствие летно-технической характеристики и потребительских свойств современным требованиям).

По стране во время кризиса нехватки оборотных средств, значительных скачков цен на авиа ГСМ, дороговизны запасных частей, агрегатов и ремонтно-восстановительных работ привели к фактическому банкротству большинства авиапредприятий, выполняющих работы в аграрном секторе. Однако просматриваются и положительные сдвиги. Разрабатываются новые сельскохозяйственные летательные аппараты, в том числе с каждым годом на рынке все больше появляется легких и сверхлегких самолетов, допущенных к эксплуатации в гражданской авиации. Уже сейчас в сельском хозяйстве страны при помощи сверхлегких летательных аппаратов обрабатывается ежегодно 1,2-1,4 млн. га [151].

Чтобы конкурировать на современном рынке, сельскохозяйственные организации осуществляют переход к системе минеральной обработки посевов (для снижения затрат на ГСМ), что, как показывает опыт, приводит к росту засоренности посевов, интенсивному развитию болезней и размножению вредителей. Также системы требуют увеличения объемов защитных мероприятий. Недостаток финансовых средств не позволяет сельхозпроизводителям в полном объеме применять традиционные технические средства и технологии защиты растений, вследствие чего требуется новая энерго- и ресурсосберегающая, достаточно простая и производительная технология, базирующаяся на применении недорогих и удобных в эксплуатации технических средств. Этим требованиям достаточно

полно отвечает технология, основанная на применении сверхлегких самолетов (летательных аппаратов) с аппаратурой мелкокапельного ультрамалообъемного опрыскивания, позволяющая обрабатывать посеы с нормами рабочего раствора 3-10 литров на гектар, что в 30-40 раз меньше, чем наземной техникой [141].

Сверхлегкие летательные аппараты по производительности практически не уступают большим сельскохозяйственным самолетам и намного превосходят наземные агрегаты. Несмотря на небольшой объем химического бака (100-150 л.), за счет аппаратуры ультрамалообъемного опрыскивания они обрабатывают за один вылет примерно то же количество гектар, что и самолеты АН-2 [64].

В остальном сверхлегкие летательные аппараты при выполнении авиационно-химических работ имеют преимущества:

- Во-первых, удешевление процесса за счет экономии ГСМ и менее затратного технического обслуживания.

- Во-вторых, у них более приемлемые для авиационно-химических работ летно-технические характеристики: хорошая маневренность, небольшая скорость на гоне, укороченная дистанция для взлета и посадки, что позволяет проводить заправку летательного аппарата в непосредственной близости к обрабатываемому полю.

- В-третьих, организация работ сверхлегкого летательного аппарата для заказчика намного удобнее – не требуется подвозить много воды, легче производить заправку рабочим раствором, нет необходимости подбирать специальную площадку для организации сельскохозяйственного аэродрома. Так что использование сверхлегких летательных аппаратов способствует снижению затрат на мероприятия (по отношению к внешней среде); повысилась их окупаемость. За рубежом сверхлегкие самолеты находят широкое применение при ультрамалообъемном опрыскивании основных сельскохозяйственных культур.

Для повышения эффективности использования сверхлегких летательных аппаратов работу должны проводить профессионально подготовленные

летчики и техники, использующие испытанную авиационную технику и технологически новое опрыскивающее оборудование [4].

Пользующиеся услугами официально зарегистрированных авиационных компаний, имеющих лицензии на выполнение авиационно-химических работ, сельхозпроизводители значительно уменьшают себе заботы об организации защитных мероприятий в горячую для них пору и способствуют здоровой конкуренции между имеющимися авиакомпаниями на рынке авиационно-химических работ [1].

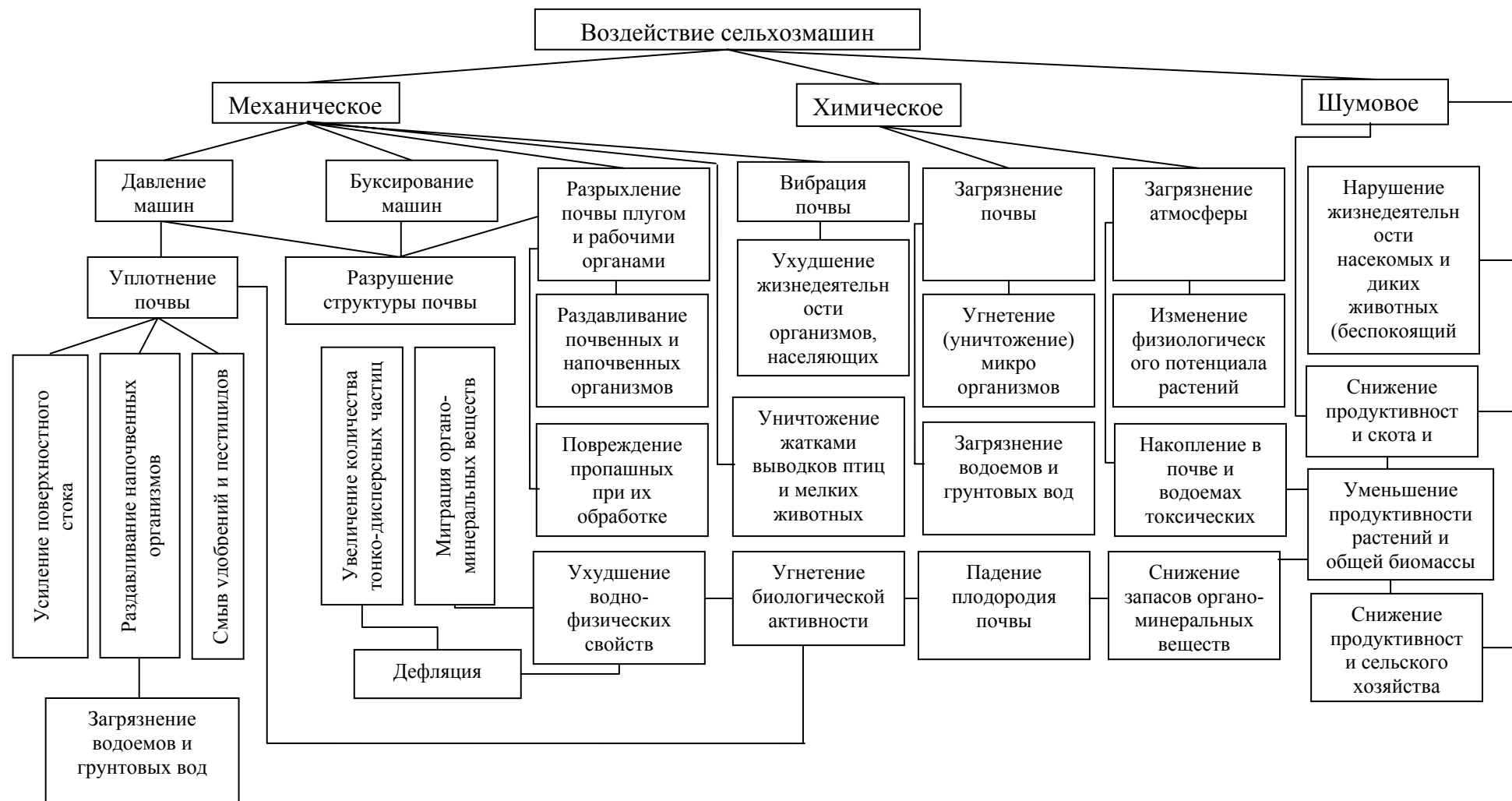


Рис. 8. Схема воздействия сельскохозяйственной техники на почву и природную среду

2.2. Сравнительная оценка эффективности использования средств защиты растений с использованием различных технических средств.

Экономическая оценка эффективности применения различных типов летательных аппаратов и наземных машин – основа для рационального прогнозирования и планирования способов механизации обработки сельскохозяйственных посевов. Данные такой оценки должны быть исходной информацией для заказа новой техники, определения объемов химических работ для наземных машин и летательных аппаратов.

Методику оценки эффективности применения того или иного способа обработки сельскохозяйственных посевов рассмотрим на примере сравнения тракторного опрыскивателя ОПШ-2000 и летательного аппарата Ан-2 при борьбе с сорной растительностью. Считаем, что техническая эффективность работ по сравниваемым вариантам одинаковая и поэтому размеры урожая при оценке не учитываются.

Показатели опрыскивателя ОПШ-2000 применяются за базу сравнения.

Производительность труда определяется по следующим исходным данным: производительности ОПШ-2000 6 га в рабочий час, 48 га в рабочий день, и 480 га в сезон; обслуживают опрыскиватель трактор и двое рабочих. Производительность летательного аппарата Ан-2 составляет: 115 га/час, 710 га/день и 14200 га/сезон (по фактическим данным); летательный аппарат обслуживают экипаж и рабочая бригада из 15 человек. В рассматриваемой технологии производительность труда определяется выработкой в рабочий день. При использовании тракторного опрыскивателя производительность $W_1 - 48 : 3 = 16 \text{ га}$ и при выполнении работ летательным аппаратом

$$W_2 - 710 : 15 = 47,3 \text{ га}. \quad (12)$$

Экономическая оценка тракторов._Следовательно, авиационный способ механизации работ по борьбе с сорной растительностью в условиях

Оренбургской области позволяет повысить производительность труда в 3,2 раза. Соответственно, сокращается потребность в тракторах и рабочих.

Себестоимость работ. При определении этого показателя учитываются расходы по эксплуатации тракторного опрыскивателя ОПШ-2000 и летательных аппаратов Ан-2 и мотодельталаета Р-16 «Урал» на оплату труда рабочей бригады и тракторные расходы. Расходы на приобретение гербицидов, их транспортировку в данном случае не учитываются, поскольку в обоих случаях на обработку 1 га тратится одинаковое количество этого препарата.

Опрыскиватель ОПШ-2000 агрегируется с тракторами МТЗ-80(82), стоимость которого равна 800000 руб. При годовой загрузке трактора 1700 часов амортизационные отчисления (24,5%) и расходы на текущий ремонт трактора составят 91 руб/час, а затраты на ГСМ – 600 руб/час. Отчисления на восстановление (12,5%) и текущий ремонт опрыскивателя при его стоимости 560800 руб. составят 701 руб/га.

Таким образом, расходы по эксплуатации тракторного опрыскивателя составят 0,54 руб/га, а с учетом накладных расходов (15%) – 0,62 руб/га.

Расходы на заработную плату тракториста и рабочих рассчитываются на основании норм оплаты в зависимости от выполняемой работы (таблица 13), в расчете на 1 га они составляют 36,5 руб. Транспортные расходы на доставку воды для технологических целей определяются при условии, что доставка осуществляется на расстоянии 5 км., себестоимость транспортных работ – 100 руб/т.км.

При выполнении работ тракторным опрыскивателем:

$$K_1 = 700000 / (1700 \cdot 6) + 560800 / (250 \cdot 6) = 342,5 \text{ руб} / \text{га}, \quad (13)$$

при выполнении работ летательным аппаратом Ан-2

$$K_2 = 5000000 : (600 \cdot 115) = 72,5 \text{ руб} / \text{га} \quad (14)$$

при выполнении работ летательным аппаратом Р-16 «Урал»

$$K_3 = 600000 : (300 \cdot 115) = 17 \text{ руб} / \text{га} \quad (15)$$

Экономическая оценка мероприятий, влияющих на урожай обрабатываемых культур.

Применение новых химических средств, наземных опрыскивателей (разбрасывателей), летательных аппаратов может обеспечивать более высокую техническую эффективность обработки сельскохозяйственных культур.

Опыт применения малых летательных аппаратов показывает, что по степени качества воздействия на растения показатели значительно выше, чем при наземных средствах и Ан-2. Кроме того, малые летательные аппараты типа Р-16 «Урал» проводят обработку на такой высоте, при которой практически исключается вынос химических аппаратов вне зоны обработки, все это указывает на необходимость более широко применять именно малых летательных аппаратов для обработки сельскохозяйственных посевов.

При выполнении работ тракторным опрыскивателем ОПШ-2000 норма расхода рабочей жидкости составляет 200 л/га, а транспортные расходы по доставке воды – 400 руб/га, общие суммы учитываемых расходов – 130 руб/га.

Таблица 16.

Расходы на заработную плату трактористов и рабочих.

№ п/п	Статьи затрат	Ставка за смену	
		Рублей	%
1.	Заработная плата тракториста (5-й разряд)	578	30,8
2	Доплата за 2-й класс (10%)	54	3,1
3	Доплата за вредность (10%)	59	3,4
4	Заработная плата двух рабочих (4-й разряд)	686	39,2
5	Доплата за вредность (10%)	69	3,9
9	Накладные расходы (8%)	132	7,5
10	Уральский коэффициент (15%)	211	12,1
	Итого	1749	100

При выполнении работ летательным аппаратом мотодельталетом Р-16 «Урал» опрыскивание производится с нормой расхода рабочей жидкости 25 л/га. При этом транспортные расходы будут равны 100 руб/га, затраты на оплату труда рабочей бригады – 600 руб/га. Расходы по эксплуатации летательного аппарата определяем, исходя из стоимости летного часа, равной 10410 руб., на 1 га они составляют 90 руб, а общая сумма учитываемых расходов при авиационной обработке – 97 руб/га.

Экономическая эффективность авиационного и наземного способов применения минеральных удобрений и химических средств защиты растений. В настоящее время себестоимость и приведенные затраты авиационных работ по внесению средних и больших доз минеральных удобрений выше, чем при выполнении их высокопроизводительными наземными машинами. Однако значительная экономия затрат труда, высокая производительность и прирост урожая окупают в несколько раз дополнительные затраты на авиационный способ посева этих доз минеральных удобрений.

Определяющим в общих затратах на внесение минеральных удобрений является их стоимость, которая достигает 80-85 % затрат, в то время как затраты на само внесение составляют лишь 5 - 13 %. Это говорит о том, что разница в затратах на внесение - не главный фактор. Основное здесь - стоимость удобрений и величина дополнительной прибавки урожая, зависящая от агротехники и оптимальных сроков внесения минеральных удобрений.

Следует также учитывать дефицит рабочей силы и техники при проведении указанных работ. Основное удобрение под все сельскохозяйственные культуры вносят в наиболее напряженный период, когда рабочие и наземная техника заняты на уборке урожая и заготовке кормов, вспашке и подготовке почвы к посеву озимых и т.д. Производительность самолета Ан-2 на внесение удобрений под вспашку в 3 - 4 раза выше производительности наземной техники. Затраты труда при внесении минеральных удобрений с помощью авиации уменьшаются в 2 - 2,5 раза. Авиационное внесение минеральных удобрений на 1 млн. га, высвобождает в сельскохозяйственных организациях 1300 - 1600 рабочих и 1020 - 1200 тракторов за сезон.

Таблица 17.

Сравнительная экономическая оценка применения различной техники при внесении минеральных удобрений.

Показатели	Ед. изм.	Самолет Ан - 2			Разбрасыватель		
Норма внесения удобрений	кг/га	100	200	300	100	200	300
Производительность машин	га/ч	39	33	25	7	6,5	6
Затраты труда	чел.час га	0,21	0,25	0,32	0,43	0,46	0,50
Относительное высвобождение за сезон ^х :							
- рабочих	чел.	1570	1500	1286	-	-	-
- тракторов	един.	1020	1100	1190	-	-	-

Продолжительность сезона - 20 дней.

Объем работы -1000000га.

Таблица 18.

Сравнительная экономическая оценка применения различной техники

Показатели	Ед. изм.	Самолет Ан - 2			Опрыскиватель ГАН-15	Мотодельта лет Урал Р16
Норма внесения удобрений	кг/га	25	50	100	100	50
Производительность машин	га/ч	88	70	46	5	25
Затраты труда	чел.час га	0,09	0,12	0,18	0,50	0,2
Относительное высвобождение за сезон ^х :						
- рабочих	чел.	6800	6300	5300	-	2300
- тракторов	един.	3300	3300	3300	-	970

^х - продолжительность сезона - 10 дней. Объем работы -1000000га.

Агрономическая и экономическая оценка применения авиационной и наземной техники на внесении минеральных удобрений и химических средств защиты растений в сельском хозяйстве позволяет сделать вывод о том, что нельзя противопоставлять один способ другому. На данном этапе развития их следует умело сочетать.

В связи с тем, что авиационный способ внесения минеральных удобрений и химических средств защиты растений по технической хозяйственной и экономической эффективности не уступает наземному, а по ряду показателей (лучшее распределение химикатов, высокая производительность, значительное снижение затрат труда, возможность обработок в оптимальные сроки по влажной почве, без уплотнения и разрушения ее структуры и механических повреждений растений и др.) превосходит его, предприятиям сельского хозяйства и сельхозорганам при планировании комплекса механизации сельского хозяйства рекомендуется определять место и объем работ для авиационной и наземной техники в технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом зональных особенностей.

Агрономическая и экономическая эффективность применения авиационной техники в сельском хозяйстве убеждает в целесообразности расширения сферы применения сельскохозяйственной авиации на наиболее эффективных видах работ, особенно на подкормках зерновых колосовых культур, защите растений от вредителей и болезней, уничтожении сорняков.

Глава III. Моделирование организационных схем эффективного применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве..

3.1. Математическая модель оптимизации издержек при проведении авиационно-химических работ.

В сельском хозяйстве сейчас наблюдается два основных направления перестройки производственной деятельности.

Первое – это создание крупных производств промышленного типа, специализирующихся на производстве зерна, молока, мяса. Второе – это разукрупнение сельскохозяйственных организаций с переходом земельных угодий в частные руки и существенным снижением количества пашни у каждого хозяйства. Все это приводит к тому, что значительно уменьшаются площади полей и их размеры, что практически исключает возможность применения самолетов типа Ан-2 для обработки посевов. Поэтому все больше внимания в последнее время уделяется применению при обработке сельскохозяйственных культур малых летательных аппаратов (мотодельтапланы, монопланы, бипланы), которые по своим экономическим показателям превосходят наземные средства и большие сельскохозяйственные самолеты типа Ан-2. Рассмотрим более подробно математическую модель биотехнической системы технологического процесса обработки сельскохозяйственных культур малыми летательными аппаратами. Особое внимание обращаем на подсистемы человек-машина.

Процесс обработки сельскохозяйственных культур малыми летательными аппаратами состоит из отдельных полетов в течение всего рабочего дня (повторяющиеся циклы обработки посевов), а сам процесс обработки также состоит из монотонно повторяющихся этапов:

$$T_{пэ} = T_{обсл} + T_{гсм} + T_{тр} + T_{обр.п} + T_{физ.п} \quad (16)$$

где $T_{обсл}$ – время обслуживания и загрузки летательного аппарата химическими веществами; $T_{гсм}$ – время заправки топливом; $T_{тр}$ – время передвижения летательного аппарата до и после полета (наземное

перемещение), $T_{ОБР.П}$ – время обработки сельскохозяйственных культур; $T_{Физ.П}$ – время на физические потребности человека.

Одновременно, время на обработку посевов состоит из:

$T_{ВП}$ - время взлета и посадки (меняется в зависимости от типа летательного аппарата); $T_{ПЕР}$ – время перелета от аэродромной площадки до обрабатываемого поля; $T_{ОБР.П}$ – время обработки поля; $T_{РЗВ}$ – время разворота.

$$T_{ОБР} = T_{ВП} + 2T_{ПЕР} + \Sigma T_{ОБР.П} + \Sigma T_{РЗВ}, \quad (17)$$

$$\text{отсюда } T_{ПЭ} = T_{ОБСЛ} + T_{ГСМ} + T_{ВП} + 2T_{ПЕР} + \Sigma T_{ОБР.П} + \Sigma T_{РЗВ} + T_{Физ.П}, \quad (18)$$

где эффективное производственное время математической модели - это $T_{ОБР.П}$.

Количество полетов при обработке посевов летательными аппаратами может достичь 30 полетов и более за рабочий день. Это показывает, что производственный процесс носит ярко выраженный циклический характер. Анализ времени дан в таблице 19.

Таблица 19.

Анализ времени производственного цикла, %

Летательные аппараты	$T_{ВП}$	$T_{ОБСЛ}$	$T_{ТР}$	$2 T_{ПЕР}$	$\Sigma T_{обр.п.}$	$\Sigma T_{рзв}$	Всего %
Сельскохозяйственные самолеты	4,2	13,4	5,3	19,7	7,2	40,2	100
МДП	1,2	5,0	1,0	28,0	60,0	4,5	100

Исходя из особенностей полета по обработке сельскохозяйственных культур летательным аппаратом, определение оптимальных параметров процесса обработки посевов (с учетом расхода горючего, профессиональной подготовки летного персонала и т.д.) играют существенную роль в повышении его эффективности.

Одним из составляющих процесса обработки посевов является подготовка обрабатываемого участка, от которой зависит производительность летательных аппаратов и затраты на обработку сельскохозяйственных культур.

Поля посевов для проведения авиационных работ различаются по размерам, конфигурации, длины гона, удаленности от аэродромной площадки. После визуального обследования посевов определяется сложность обработки

каждого поля и разрабатывается схема авиационной обработки выделенных участков с применением современных технологий, в том числе и ГЛОНАСС.

Перед началом полетов определяется высота воздушных препятствий, оптимальная в данных конкретных условиях длина гона, последовательность и маршруты обработки полей, размещение сигнальщиков на каждом участке, схемы их движения и ширины переходов на следующую сигнальную линию и обосновываются маршруты перелетов и полетов в конкретных условиях.

Обработка полей осуществляется последовательным наложением с воздуха параллельных полос распределяемых веществ челночным, загонным или нестандартным способами.

Этапы обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами (самолетами, мотодельтапланами и др.) отличаются незначительно, исходя лишь из особенностей каждого типа летательного аппарата. Исходя из этого, моделируя процесс обработки полей, вводим систему поправок коэффициентов, учитывающих применение того или иного типа летательного аппарата.

Производственный полет летательными аппаратами осуществляется на небольшой высоте и с малой скоростью полета. Поэтому уравнение (20) движения летательных аппаратов можно рассматривать с достаточной точностью для моделирования.

Уравнение движения летательных аппаратов в общем виде (по трем осям координат) запишем следующим образом:

$$m \cdot v = P - Q + ZB - mg \cdot \sin \gamma w \quad (19)$$

$$mvw = P \cdot [(\alpha - \beta) \cdot \cos \gamma + \beta \sin \alpha] - Q \beta \cdot \sin \gamma - Y \cdot \cos \gamma - Z \sin - mg \cdot \cos w \quad (20)$$

Таблица 20.

Изменение характеристик движения малых летательных аппаратов при обработке посевов.

Изменение скорости	Набор высоты	Снижение	Горизонтальный полет
Разгон $V > 0$	Разгон с набором высоты до параметров режима перелета (туда	После разворотов между параллельными гонами	Полет при перелете туда и обратно (горизонтальный

	и обратно)		разгон)
Торможение $V < 0$	Торможение с выходом на разворот между гонами	Торможение после перелета с выходом на рабочую высоту ($H_{\text{раб}}$)	Торможение при перелете туда и обратно
Постоянная скорость $V = 0$	Возможно 1) $H \rightarrow H_{\text{пер}}$ 2) $H \rightarrow H_{\text{разв. в}}$ общем случае	Возможно 1) $H_{\text{пер}} \rightarrow H_{\text{раб}}$ 2) $H_{\text{разв}} \rightarrow H_{\text{разв. в}}$ общем случае	Полет: а) на перелете б) на обработке полей

Разворот – установившийся вираж, при котором центростремительная сила создается углом крена постоянной скоростью разворота.

Применяем следующие обозначения:

α - угол атаки; β - угол скольжения; γ - угол крена; m – масса летательного аппарата с полной загрузкой; P – тяга; Q – сила сопротивления; g – ускорение свободного падения; $W\theta$ - угол набора высоты или снижения (угол накопления траектории); V – скорость; γ - угол тангажа; Ψ - угол виража (угол отворота); Y - подъемная сила.

Угол ($\alpha - \varphi$) и $P \cdot (\alpha - \varphi) \ll Y$ и этой величиной можно пренебречь.

Отсюда уравнение движения летательного аппарата (за исключением горизонтального полета) запишем:

$$m \cdot V = P \cdot Q - mg \cdot \sin \Theta, \quad m \cdot V \cdot Q = Y - m \cdot g \cdot \cos \Theta \quad (21)$$

Уравнение движения горизонтальной плоскости, когда $H = \text{const}$, $\beta = Z = \Theta = 0$, $\gamma \neq 0$, запишем в виде:

$$\left. \begin{aligned} m \cdot V &= P - Q \\ mg &= Y \cdot \cos \gamma \\ m \cdot V \cdot \Psi &= Y \cdot \sin \gamma \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Основные этапы обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами: из всех этапов только величины $T_{\text{обсл}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{вп}} = \text{const}$ и составляет от 18 до 22 минут для различных типов летательных аппаратов. Рассмотрим подробнее остальные этапы обработки полей.

Моделирование перелета от аэродромной площадки до обрабатываемого поля и обработки:

$$T_{\text{пер } ij} = L_{\text{пер } i} / V_{\text{пер } j}, \quad (23)$$

где $L_{\text{пер } i}$ – дальность перелета (км) задается в зависимости от вида обработки сельскохозяйственных культур; $V_{\text{пер } j}$ – скорость перелета (ограничена руководством по летней эксплуатации).

Длина маршрута перелета разбивается на три характерных участка :

- по длине: $L_{\text{пер}} = l_p + l_{\text{гор}} + l_t$,
- время перелета: $T_{\text{пер}} = t_p + t_{\text{гор}} + t_t$,

где l_p – участок разгона; $l_{\text{гор}}$ – участок полета с постоянной скоростью; l_t – участок торможения; t_p – время полета на участке разгона; $t_{\text{гор}}$ – время полета на участке с постоянной скоростью; t_t – время полета на участке торможения.

Для получения $T_{\text{пер}} \rightarrow \min$ целесообразно, чтобы участок $l_{\text{гор}} = O(t_{\text{гор}} = 0)$. При достаточной энерговооруженности силовой установки летательных аппаратов желательно вести разгон до скорости $V_{\text{гор}} = V_{\text{max}}$ и сразу начать торможение, так как $L_{\text{пер}}$ ограничена.

В общем случае запишем:

$$L_{\text{пер}} = \int_{V_H}^{V_k} \frac{VdV}{V_p} + \int_{V_{pp}}^{V_k} \frac{VdV}{V_T} + V_k \cdot t_{\text{гор}}, \quad (24)$$

$$T_{\text{пер}} = \int_{V_H}^{V_k} \frac{VdV}{V_p} + \int_{V_{pp}}^{V_k} \frac{VdV}{V_p} + t_{\text{гор}}, \quad (25)$$

где V_H – начальная скорость разгона; $V_{\text{рб}}$ – скорость в конце торможения, в общем случае равна скорости гона; V_k – конечная скорость разгона, близка к максимальной скорости полета; V_p – ускорение разгона, V_T – ускорение торможения.

Моделирование разворота.

Общее суммарное время выполнения разворотов летательными аппаратами при обработке посевов составляет до 50% времени всего цикла по обработке полей, поэтому сокращение времени на развороте летательных

аппаратов – значительный фактор в повышении эффективности авиационно-химических работ. Рассмотрим этот процесс подробнее:

$$T_{\text{рзв}} = T_{\text{наб}} + T_{\text{рзв}} + T_{\text{сн}} \quad (26)$$

В начале идет набор высоты ΔH с отворотом под углом Ψ , когда скорость меняется от $V_{\text{рб}}$ до $V_{\text{рзв}}$ ($V_{\text{рзв}} < V_{\text{рб}}$).

$$T_{\text{наб}} = \Delta H / (V_{\text{ср}} \cdot \Theta) = \frac{2\Delta H}{(V_{\text{рб}} + V_{\text{рзв}}) \cdot \Theta} = \frac{2H/\Theta}{V_{\text{рб}}(1 + 1/K_v)} = \frac{2\Delta H \cdot K_v}{V_{\text{рб}}(K_v + 1) \cdot \Theta}, \quad (27)$$

где $K_v = V_{\text{рб}}/V_{\text{рзв}} > 1,0$ – отношение рабочей скорости и скорости разворота; K_1 – коэффициент устойчивости малого летательного аппарата. Изменение скорости носит линейный характер, так как $\Theta = 0$, или $\Theta = \text{const}$ и осуществляется переход кинетической энергии в потенциальную за счет изменения $\Delta H = H_{\text{рзв}} - H_{\text{рб}} > 0$.

Процесс снижения отличается от процесса набора высоты, так же как траектория снижения более пологая по требованиям безопасности полетов.

Время снижения определяется следующим образом:

$$T_{\text{наб}} = \frac{\Delta H}{V_{\text{ср}} \cdot \Theta_i} = \frac{\Delta H}{V_{\text{ср}} \cdot \Theta} + \frac{\Delta l}{V_{\text{рзв}}} \quad (28)$$

С учетом вышеперечисленных положений запишем:

$$T_{\text{наб}} + T_{\text{сн}} = \frac{4\Delta H_i}{\Theta_{ij} \cdot (V_{\text{рб}j} + V_{\text{рзв}ij})} = \frac{4\Delta H_i \cdot K_{vij}}{V_{\text{рб}j} \cdot (K_{vij} + 1) \cdot \Theta_{ij}} \quad (29)$$

Время чистого разворота определяем следующим образом:

$$t_{\text{рзв}} = \frac{2\pi \cdot V_{\text{рзв}} \cdot K_1}{g \sqrt{n_Y^2 - 1}}, \quad (30)$$

где n_Y – перегрузка при развороте.

$n_Y = Y / \cos \gamma$, тогда $t_{\text{рзв}} = 2\pi \cdot V_{\text{рзв}} / (gtg\gamma)$

и с учетом доворота будем иметь :

$$t_{\text{рзв}} = \frac{2\pi \cdot V_{\text{рзв}} \cdot K_1}{g \cdot tg\gamma} \cdot \left(\frac{180^\circ + \Psi}{360^\circ} \right) \quad (31)$$

Тогда время разворота с набором и снижением высоты получаем:

$$T_{pзвj} = \frac{4 \cdot \Delta H_i \cdot K_1}{\Theta \cdot (V_{pбj} + V_{pзвij})} + \frac{K\Psi_j}{g \cdot tg\gamma_j} \cdot V_{pзвij} \quad (32)$$

При исследовании на минимум последнего выражения по двум переменным $V_{pб}$ и $V_{pзв}$ при использовании энергетики перепада высот:

$$\Phi = V_{pзв}^2 - V_{pб}^2 + 2g \cdot \Delta H = 0. \quad (33)$$

Получена K_{vopt} для разных типов летательных аппаратов.

При реализации $K_{vopt} = 1,4-1,6$ экономия времени разворота составляет до 30% [21]. За все полеты по-разному будет сэкономлено летных часов, которые составляют до 10% всего налета часов. Это равнозначно снижению потребного количества применяемых летательных аппаратов на 40 шт.

$$\text{Суммарное время разворотов: } T_{pзвij\Sigma} = n_{зхij} \cdot T_{pзвij} \quad (34)$$

Моделирование обработки посевов (полей).

Время работы на одном гоне по обрабатываемому полю определяем из соотношения длины гона и рабочей скорости:

$$T_{pбij} = l_{ri} / V_{pбj} \quad (35)$$

Время обработки одного поля:

$$T_{pбij} = n_{зхij} \cdot l_{ri} / V_{pбj}, \quad (36)$$

где $n_{зх}$ - число заходов, определяемое как соотношение ширина обрабатываемого участка посевов к ширине рабочего захвата.

Математические модели технологического процесса обработки сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей малыми летательными аппаратами еще на начальной стадии организации позволяют выделить особенности их использования, которые обусловлены влиянием систем производственных, технологических и экономических факторов в совокупности, объективно спрогнозировать затраты на эти операции, существенно облегчающих оперативное руководство данным процессом.

Оптимизация основных технологических параметров при авиахимических работах.

В настоящее время в сельскохозяйственной авиации стали широко внедряться методы рационального производства. К ним можно отнести повышение производительности полётов за счёт стремления авиатрасс, оптимальные способы взлёта и набора высоты самолётов, выбор эшелонов и скоростей полёта, рациональное расходование авиаГСМ, улучшение культуры обслуживания и др.

Жизнь требует, чтобы на каждом авиапредприятии, в каждом экипаже максимально использовались резервы роста производительности труда. И они есть. Предложенные методы повышения эффективности авиационных работ позволяют снизить затраты финансовых, материальных и трудовых затрат на выполнение единицы продукции авиаработ, повысить культуру производства, причём без привлечения дополнительных капиталовложений.

Очевидно, что при этом решающими являются инициативы специалистов в направлении поисков путей дальнейшего повышения интенсивности использования авиационной техники, наиболее полного и наиболее качественного удовлетворения потребностей отраслей народного хозяйства в авиационном обслуживании.

Самым дешёвым способом повышения эффективности воздушных судов на авиационных работах народного хозяйства, причём не требующих дополнительных капиталовложений, является оптимизация параметров авиаработ. Она позволяет добиться либо достижения наибольшей производительности воздушных судов в конкретных условиях производства, либо свести к минимуму затраты народного хозяйства на единицу продукции авиаработ.

Оптимизация загрузки воздушных судов.

Основными задачами гражданской авиации в части повышения эффективности работ ОАР являются:

а) Повышение производительности полётов на авиационно-химических работах в сельском хозяйстве;

- б) Снижение удельных эксплуатационных расходов на выполнение всех видов авиационных работ;
- в) Снижение расхода авиатоплива на единицу авиационных работ;
- г) Повышение уровня безопасности полётов.

Повышение производительности полётов на авиационных работах позволяет снизить затраты материальных, финансовых и трудовых ресурсов на их выполнение.

Основным экономическим показателем эффективности воздушных судов на авиационно-химических работах, как известно, является производительность полётов. От её величины в прямой зависимости находится себестоимость авиационно-химических работ и время работы. Производительность полётов зависит от ряда факторов, которые можно разделить на два вида: неуправляемые факторы, которые в конкретных условиях авиационно-химических работ неизменны (рабочая скорость, время разворота на очередной гон) и управляемые, которые могут изменяться в определённых пределах (длина гона, расстояние перелёта до участка, загрузка воздушного судна химикатами). В отличие от неуправляемых факторов, управляемые можно оптимизировать в целях достижения максимальной производительности полётов воздушных судов. Максимальная загрузка химикатами обеспечивает при прочих равных условиях максимальную производительность в летний час, но всегда способствует максимальной производительности в рабочий час, так как при этом из-за малого количества топлива на борту приходится часто производить заправку. В то же время большая производительность в рабочий час способствует увеличению годового использования воздушного судна, то есть снижению себестоимости лётного часа. Поэтому в определённых условиях загрузку химикатов целесообразно осуществлять ниже максимальной.

В настоящее время загрузка летательных аппаратов (с учётом целого числа гонов) осуществляется как можно ближе к максимальной. Однако, как показали проведённые исследования, максимальная загрузка судна химикатами

почти всегда обеспечивает (при прочих равных условиях) производительность ниже максимальной.

Задачу оптимизации величины загрузки воздушных судов химикатами следует рассматривать для двух технологических схем организации заправки воздушных судов авиаГСМ. Первая схема применима, когда заправка осуществляется на аэродроме, где производится загрузка воздушных судов химикатами; вторая - когда заправка воздушного судна осуществляется на временном аэродроме (опорном пункте).

Понятие оптимума имеет конкретное содержание. Оптимум - это минимальное или максимальное значение критерия оптимальности в заданных границах изменения параметров (переменных) планируемой системы. В нашем случае критерием оптимальности системы принята производительность воздушного судна.

В общем виде целевую функцию для обеих схем заправки летательных аппаратов авиаГСМ можно записать в виде (37)

$$\begin{aligned} T = f(G_x, X_i) \min \text{ при} \\ G_0 > G_x > 0, \\ X_i > 0, i = 1, m; \\ \alpha_j(G_x, X_i) > 0, \end{aligned} \quad (37)$$

где T - производительность летательного аппарата (целевая функция);

G_x - загрузка воздушного судна химикатами (управляемая переменная);

X_i - неуправляемые переменные;

G_0 - полная загрузка летательного аппарата (химикатами и топливом);

α_j - функции, определяющие соотношения между переменными;

J - номера функций.

Анализ показал, что в качестве целевой функции (критерия оптимальности) при оптимизации массы загружаемого в летательный аппарат химиката необходимо принимать производительность в рабочий час (час циклового времени, учитывающий лётный цикл летательного аппарата, его

руление, загрузку химикатами, заправку топливом между полётами). Производительность в лётный час использовать нельзя, так как она не учитывает затраты времени на земле в течение рабочего дня.

Максимум производительности в лётный час в качестве целевой функции, как показал анализ, имеет место при величине загрузки химикатами (G_x), равной (38)

$$G_x = G_0 - gt_{\text{л}}, \quad (38)$$

где G_0 - полная загрузка летательного аппарата (химикат и авиатопливо), кг; g - минутный расход авиатоплива воздушным судном, кг;
 $t_{\text{л}}$ - продолжительность одного полёта, мин.

Это значит, что заправку летательного аппарата авиаГСМ необходимо делать после каждого полёта. Однако в этом случае дневная производительность на авиационно-химических работах будет очень низка. Это повлечёт за собой весьма печальные последствия, так как приведёт к резкому снижению годового налёта, то есть к увеличению себестоимости авиационно-химических работ. Кроме того, будут растянуты сроки выполнения авиационно-химических работ, что приведёт к снижению уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому в целях снижения себестоимости авиационно-химических работ при оптимизации массы загружаемого в летательный аппарат химиката следует использовать критерий производительности полётов в рабочий час.

Этот критерий полностью соответствует поставленной цели оптимизации - получению наибольшей эффективности авиационных работ. Он позволяет решить две главные задачи: сократить агротехнический срок выполнения авиационно-химических работ за счёт увеличения сменной производительности полётов и увеличить годовой налёт часов на списочное количество летательных аппаратов. Решение первой задачи позволяет повысить урожай сельскохозяйственных культур (на ранневесенней подкормке озимых культур в период таяния снега) или сохранить его (на борьбе с вредителями и болезнями). Решение второй задачи — увеличение годового налёта часов на списочный

летательный аппарат - позволяет увеличить экстенсивность его использования, что приводит к снижению косвенных расходов на выполнение авиационно-химических работ, то есть к снижению их себестоимости как для гражданской авиации, так и для народного хозяйства.

В целях облегчения дальнейших математических преобразований целевую функцию представим как затраты рабочего времени на обработку 1 га площади (величину, обратную производительности в рабочий час) (39):

$$T_p = \frac{60}{\Pi_p}, \quad (39)$$

где T_p - затраты рабочего времени на обработку 1 га, ч;

Π_p - производительность летательного аппарата в рабочий час, га.

Производительность в рабочий час (Π_p) необходимо определять с учётом времени заправки летательного аппарата топливом, приходящимся на один рабочий цикл по формуле (40)

$$\Pi_p = \frac{60G_x}{Ht_{TP}}, \quad (40)$$

где G_x - загрузка летательного аппарата химикатами, кг;

H - норма внесения химикатов, кг/га;

t_{TP} - время рабочего цикла с учётом заправки летательного аппарата топливом, мин.;

$$t_{TP} = \frac{B_p}{n}, \quad (41)$$

где B_p - рабочее время, в течение которого летательный аппарат летает на топливе одной заправки, мин;

n - количество полётов на топливе одной заправки.

$$B_p = \frac{G_T}{q} + \frac{t_{3AG}}{qt_{\lambda}} + C, \quad (42)$$

$$n = \frac{G_T}{qt_{\lambda}}, \quad (43)$$

где G_x - количество заправляемого в летательный аппарат топлива, кг.;

q - минутный расход топлива, кг.;

t_{3AG} - время руления и загрузки летательного аппарата химикатами в течение одного рабочего цикла, мин.;

t_n - продолжительность одного полета, мин.;

C - время заправки летательного аппарата топливом, мин.

Подставив значение, полученное в формулах (42-43), в формулу (44) получим целевую функцию для оптимизации массы загружаемого химиката при заправке его топливом на аэродроме загрузки химикатами:

$$T_p = \frac{qHt_n \left(\frac{G_T}{q} + \frac{G_T t_{3AG}}{q t_n} \right) + C}{G_x G_T} \rightarrow \min, \quad (44)$$

$$t_n = \frac{600 G_x}{HШV_p} + \frac{10 t_p G_x}{HДШ} + \frac{120 R}{V_{\Pi}} + t_{ВП}, \quad (45)$$

где $Ш$ - ширина рабочего захвата, м.;

V_p - скорость летательного аппарата над участком, км./ч.;

t_p - время одного разворота на гон, мин.;

$Д$ - длина гона, км.;

R - расстояние от аэродрома до участка, км.;

V_{Π} - скорость перелета до участка, км./ч.;

$t_{ВП}$ - время взлета и посадки летательного аппарата, мин.;

Для решения целевой функции необходимо подставить в нее выражение продолжения одного полета, взять первую производную по G_x , приравнять ее к нулю и решить полученное уравнение относительно массы загружаемого химиката. Опуская весьма громоздкие математические преобразования, покажем результат, соответствующий минимальным затратам рабочего времени на обработку 1 га. площади

$$G_{x0} = Z_1 - \sqrt{Z_1^2 - G_0 Z_1}, \quad (46)$$

$$Z_1 = \frac{qC \left(\frac{120R}{V_{\Pi}} + t_{\text{ВП}} \right) + G_0 \left(\frac{120R}{V_{\Pi}} + t_{\text{ВП}} + t_3 \right)}{\left(\frac{120R}{V_{\Pi}} + t_{\text{ВП}} + t_3 \right) - qC \left(\frac{600}{HШV_p} + \frac{10t_p}{HДШ} \right)}, \quad (47)$$

где G_0 - полезная нагрузка летательного аппарата (химикатами и авиатопливом), кг.

Алгоритм расчета оптимальной загрузки летательного аппарата химикатами представлен далее:

$$1. K = \frac{120R}{V_n} + t_{\text{ВП}}, \quad (48)$$

$$2. A + B = \frac{600}{HШV_p} + \frac{10t_p}{HДШ}, \quad (49)$$

$$3. Z_1 = \frac{qKC + G_0(K + t_3)}{(K + t_3) - qC(A + B)}, \quad (50)$$

$$4. G_{x0} = Z_1 - \sqrt{Z_1^2 - G_0 Z_1} \quad (51)$$

При заправке авиатопливом на временном аэродроме производительность летательного аппарата в летный час для заправки авиаГСМ по формуле

$$\Pi_{\text{л}} = \frac{G_x(G_T - qt_k)}{HG_T t_{\text{л}}}, \quad (52)$$

где t_k - время рейса с учетом перелета на заправку авиаГСМ, мин.

$$t_k = \frac{60}{V_n}(R_1 + R_2 + R_3), \quad (53)$$

где R_1 - расстояние от рабочего аэродрома до аэродрома заправки, км.;

R_2, R_3 - расстояние от обрабатываемого участка до обоих аэродромов, км.

Целевую функцию оптимизации массы загружаемого в летательный аппарат химиката при заправке авиаГСМ на другом аэродроме можно представить в виде

$$T_p = \frac{Ht_{\text{л}} \left(G_m + \frac{G_m t_{3AG}}{t_{\text{л}}} + qC \right)}{G_x(G_m - qt_k)} \rightarrow \min, \quad (54)$$

Формулы для расчета массы химикатов, при которой производительность летательного аппарата в рабочий час будет максимальной, имеет вид

$$G = Z_2 - Z_2^2 - \sqrt{Z_2(G_0 - qt_k)}, \quad (55)$$

$$Z_2 = \frac{G_0 \left(\frac{120R}{V_{\Pi}} + t_{\text{ВП}} + t_3 \right)}{\left(\frac{120R}{V_{\Pi}} + t_{\text{ВП}} + t_3 \right) - qt \left(\frac{600}{\text{НШВ}_p} + \frac{10t_p}{\text{НДШ}} \right)}, \quad (56)$$

Несмотря на громоздкость формул для расчета оптимальной загрузки летательного аппарата химикатами, с их помощью можно построить номограммы для каждого типа летательного аппарата, значительно упрощающие расчеты.

Оптимизация разовой загрузки химикатами снижает ее величину относительно максимальной, что позволяет производить догрузку самолета химикатами между заправками ГСМ по мере выработки топлива.

Разовая загрузка с дозаправкой в последующих после заправки самолета топливом полетах (G_x^1) определяется по формуле (57)

$$G_x^1 = G_x + \Delta G_d, \quad (57)$$

$$\Delta G_x = 0,1 \text{НДШ}_n,$$

$$n = \frac{23t_{\text{нал}}}{\text{НДШ}} \quad (58)$$

(округляется в сторону уменьшения),

где G_x - оптимальная загрузка химикатами в первом после заправки авиаГСМ полете (рассчитывается по номограмме)

ΔG_x - величина дозагрузки химикатами, кг.;

n - количество дополнительных гонов, выполняемых за счет дозагрузки самолета химикатами;

$t_{\text{нал}}$ - налет самолета после заправки топливом, мин. Оптимизация указанных параметров позволяет значительно повысить производительность

полетов, снизить себестоимость авиационно -химических работ, сократить сроки внесения удобрений и ядохимикатов, повысить урожайность культур.

Расчет массы химикатов, загружаемых в воздушное судно, при авиационной обработке земной поверхности на больших расстояниях от аэродромов базирования (загрузка химикатов), имеет свою специфику. Она заключается в том, что при расчете массы химикатов необходимо учитывать массу топлива, которое расходуется в районе обработки. На авиационно - химических работах обычно в этом нет необходимости, так как заправка топливом в этом случае производится на несколько полетов. Однако при заправке топливом на один полет при больших расстояниях подлета и малых нормах внесения химикатов также необходим расчет его массы.

В этом случае масса загружаемого в летательный аппарат химиката (G_x) определяется по формуле (59)

$$G_x = G_0 - qt_{\text{л}} \quad (59)$$

Время обработки участка, в свою очередь, зависит от величины загрузки летательного аппарата химикатами (60):

$$T_{\text{л}} = G_x \left(\frac{600}{HSHV_p} + \frac{10t_p}{HDS} \right) + \frac{120R}{V_{\text{п}}} + t_{\text{ВП}}, \quad (60)$$

Первая составляющая выражает затраты времени на обработку участка в районе внесения химикатов, вторая - затраты времени на взлет, посадку и перелет летательного аппарата до района внесения химикатов.

Для определения массы загружаемого химиката необходимо подставить формулу (60) в уравнение (61) и решить полученное уравнение относительно G_x . В результате

$$G_x = \frac{G_0 - q \left(\frac{120R}{V_{\text{п}}} + t_{\text{ВП}} \right)}{1 + \frac{q}{SH} \left(\frac{600}{HSHV_p} + \frac{10t_p}{HDS} \right)}, \quad (61)$$

Масса заправляемого топлива (G_T) при этом будет определяться по формуле (62)

$$G_T = G_0 - G_x \quad (62)$$

Этого количества топлива достаточно для выполнения одного полета в районе авиационного внесения химикатов и возвращения на базовый аэродром с аэронавигационным запасом топлива на борту.

Анализ формулы (62) показал, что масса загружаемого в летательный аппарат химиката в значительной мере зависит от расстояния до района внесения химикатов (с увеличением расстояния до участка уменьшается масса химикатов), ширины захвата, длины гона обрабатываемого участка и нормы внесения химикатов: чем эти показатели меньше, тем меньше химиката можно взять на борт при одном и том же расстоянии до района его внесения.

3.2. Расчет совокупной эффективности использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Разработанная методика экономической оценки применения летательных аппаратов позволяет оценить эффективность обработки посевов сельскохозяйственных культур, которая в значительной степени зависит от многих факторов, в том числе от типов применяемых летательных аппаратов. Следовательно, экономическая оценка эксплуатируемых типов летательных аппаратов представляет не только научный, но и практический интерес. Расчеты отдельных показателей отличаются своими особенностями, которые нужно учитывать при оценке сравнительной характеристики летательных аппаратов. Предлагается уточненная комплексная методика сравнительной оценки летательных аппаратов, учитывающая положительные моменты уже имеющихся методик (Славков, Дебихин).

Базой для сравнения принимаются показатели самолеты Ан-2 и Ан-2М, имеющие наиболее высокие технико-экономические показатели в сравнении с другими отечественными самолетами того же назначения.

При сравнительной оценке все показатели определяем на основании нормативных и фактических данных, имеющихся характеристик. Предполагается, что техническая эффективность при выполнении химических работ с применением всех трех видов летательных аппаратов идентична. Объем

авиахимических работ при полном внедрении авиационно-химических работ по области составляет 3 млн. га, из которых 1 млн. га обработан по норме расхода рабочей жидкости 25 л/га, 1 млн/га - при норме 50 л/га и 1 млн. га – при норме 75,0 л/га.

Производительность труда рассчитывается на основании данных о дневной производительности летательных аппаратов и числе работников, занятых на их обслуживании.

Производительность летательного аппарата рассчитывается в летный час:

$$W_{\text{л.ч.}} = \frac{60Q}{HT_{\text{л}}}, \quad (63)$$

где Q - разовая загрузка летательного аппарата химикатами (рабочей жидкостью), кг; H - норма расхода химикатов (рабочей жидкости) на 1 га, кг, л; $T_{\text{л}}$ - время одного полета летательного аппарата, мин.

Необходимые данные по трем типам летательных аппаратов представлены в таблице 21.

Таблица 21.

Исходные данные по сравниваемым летательным аппаратам.

№п/п	Показатели	Летательные аппараты		
		Ан-2	Ан-2М	Мотодельталет Р-16 «Урал»
1.	Разовая загрузка летательного аппарата химикатами, кг.	1500	2000	100
2.	Ширина рабочего захвата, м.	30-40	40-50	25
3.	Время загрузки летательного аппарата, мин.	3,0	5,0	4,0
4.	Средняя длина гона, км	1,5	1,5	1,5
5.	Расстояние от рабочего аэродрома до обрабатываемого участка, км.	5,0	5,0	0,5-1,0
6.	Время разворота летательного аппарата для захода на очередной гон, мин.	1,5-1,6	1,6-1,7	1,0
7.	Время на взлет (посадку) летательного аппарата, мин.	1,1	1,2	1,0-1,5
8.	Рабочая скорость, км/час	160,0	160,0	90,0
9.	Скорость при перелетах, км/час	155,0	160,0	120,0
10.	Годовой налет часов на летательных аппаратах, час	600,0	500,0	500,0
11.	Стоимость летательного аппарата, млн. руб.	5,0	8,5	0,6

Время одного полета:

$$T_{\text{л}} = \frac{600 \cdot Q}{\text{НШ} V_p} + \frac{10\Gamma \cdot T_p}{\text{НШ} \cdot L} + \frac{120S}{V_{\text{л}}} + T_{\text{в.л.}}, \quad (64)$$

где НШ - ширина рабочего захвата, м.; V_p - рабочая скорость летательного аппарата над обрабатываемым участком, км/час; $V_{\text{л}}$ - скорость летательного аппарата при перелетах от рабочего аэропорта до обрабатываемого участка и обратно, км/час; T_p - время разворота летательного аппарата для захода на очередной гон, мин; $T_{\text{в.л.}}$ - время на взлет и посадку летательного аппарата, мин.; L - длина гона, км.; S - расстояние от рабочей площади (аэродрома) до обрабатываемого участка (расстояние полета), км.

Производительность в рабочий час с учетом дополнительных операций, связанная с выполнением работы.

$$W_{\text{пч.}} = \frac{60 \cdot \Gamma}{(H \cdot T_{\text{ц}})}, \quad (65)$$

где $W_{\text{пч.}}$ - производительность летательного аппарата, га/час; $T_{\text{ц}}$ - продолжительность производственного цикла, мин. Причем в продолжительность производственного цикла входят время полета, руление летательного аппарата (до взлета и после посадки) и загрузка летательного аппарата химикатами.

Дневная производительность летательных аппаратов в гектарах рассчитывается следующим образом:

$$W_{\text{д}} = \frac{\Gamma \cdot T_{\text{дц}}}{H \cdot T_{\text{ц}}}, \quad (66) \text{ или}$$

$$W_{\text{д}} = T_{\text{д.л}} \cdot W_{\text{л.ч}}, \quad (67),$$

где $T_{\text{д.ц}}$ - циклическое время за рабочий день, час.; $T_{\text{д.л.}}$ - дневной налет часов на летательный аппарат, час.

Дневное циклическое время определяется разностью между общей продолжительностью рабочего дня и суммарным временем перерывов за рабочий день. К перерывам относится время на предполетную и послеполетную

подготовку летательного аппарата, заправку горюче-смазочными материалами, время на физиологические потребности, отдых пилотов после налета – 2 часа.

Сезонная производительность – выработка на летательный аппарат на том или ином виде химических работ.

$$W_c = W_d \cdot ДС, \quad (68) \text{ или}$$

$$W_c = W_{с.ц.} \cdot W_{л.ч.}, \quad (69)$$

где $ДС$ - количество рабочих дней в сезоне. По этим формулам определяется производительность летательного аппарата за любой период. Так, производительность самолета Ан-2 в летный час при выполнении работ с нормой расхода рабочей жидкости 25 л/га (см. табл. 19) составляет:

$$W_{л.ч.} = \frac{(60 \cdot 1500)}{(25 \cdot 36,1)} = 99,7 \text{ га}, \quad (70)$$

где 36,1 мин. – время одного полета Ан-2. По другим вариантам результаты расчета производительности сравниваемых летательных аппаратов приведены в таблице 22.

Таблица 22.

Производительность сравниваемых аппаратов для нескольких вариантов нормы расхода рабочей жидкости.

№ п/п	Летательный аппарат	Норма, л/га	Объем работ, млн. га	Рабочие дни	Производительность			Налет, тыс. га
1.	Ан-2	25,0	1,0	20	99,7	600	12000	250,7
		50,0	1,0	25	82,9	474	11850	301,6
		75,0	1,0	56	49,5	258	14450	1010,1
	Итого	-	3,0	101,0	64,0	347	38300	1562,4
2.	Ан-2М	25,0	1,0	20	128,7	695	13900	194,2
		50,0	1,0	25	107,8	572	14300	231,9
		75,0	1,0	56	65,4	278	15570	764,4
	Итого	-	3,0	101	84,0	385	43770	1190,5
3.	Мотодельтале- т Р-16 «Урал»	25,0	1,0	20	100,0	300,0	6000	10,0
		50,0	1,0	25	84,0	237,0	5940	11,9
		75,0	1,0	56	49,8	129,0	7224	20,1
	Итого	-	3,0	101,0				42,0

При выполнении опрыскивания самолет Ан-2 обслуживает экипаж из четырех человек (первый и второй пилоты, авиатехник и моторист). Ан-2М –

экипаж из трех человек (второго пилота нет), Р-16 «Урал» - экипаж из двух человек (нет авиатехника и второго пилота). Дневная производительность труда, то есть выработка на одного человека в день при опрыскивании посевов летательными аппаратами с нормой расхода жидкости 25 л/га (самолеты Ан-2, Ан-2м, мотодельтале́т Р-16 «Урал») составляет $600:15 = 40$ га или на 150% больше (таблица 23). Из таблицы видно, что по производительности труда более экономичен мотодельтале́т Р-16 «Урал». Его применение позволит повысить производительность труда, в результате чего общие затраты в расчете на указанный объем авиационных работ уменьшатся.

Таблица 23.

Выработка на одного работника в день га/чел.

№ п/п	Летательный аппарат	Норма, л/га	Экипаж и рабочая бригада, чел.	Дневная выработка, га.		Объем работ, млн. га	Затраты труда, тыс. чел. - дней
				На летательный аппарат	На работника		
1.	Ан-2	25	15	600	40,0	1,0	25,0
		50	15	474	31,6	1,0	31,6
		75	12	258	21,5	1,0	46,5
	Итого	-	-	347	26,7	3,0	103,1
2.	Ан-2М	25	14	685	49,6	1,0	20,2
		50	14	572	40,8	1,0	24,5
		75	12	278	23,2	1,0	43,1
	Итого	-	-	385	30,6	3,0	87,8
3.	Мотодельтале́т Р-16 «Урал»	25	5	300,0	60,0	1,0	16,66
		50	5	237,0	47,4	1,0	21,12
		75	4	129,0	32,3	1,0	31,01
	Итого	-	-	-	-	3,0	68,79

Из расчетов видно, что по производительности труда более выгоден мотодельтале́т, затем Ан-2М и Ан-2, в результате чего общие затраты в расчете на указанный объем авиационных работ снижаются у Ан-2М и относительно Ан-2 на 34,3 тыс. чел.-дней. Себестоимость работ рассчитывается исходя производительности и расходов в летный час. В гражданской авиации калькулирование расходов осуществляется по следующим статьям затрат: авиационные горюче-смазочные материалы (ГСМ); амортизация самолетно-моторного парка (СМП); текущий ремонт СМП; заработная плата; отчисления на социальное страхование; расходы на содержание аэропортов.

Расходы на авиационные ГСМ определяем по следующим исходным данным: норма расхода авиабензина на производственный летный час самолета Ан-2 — 140 кг, стоимость авиабензина — 30000 руб/т, авиамасла — 26000 руб/т, его расход составляет 4% от нормы авиабензина. Для самолета Ан-2М норма расхода авиакеросина на производственный летный час — 400 кг, стоимость авиакеросина — 60000 руб/т. Время работы двигателей на земле принимается равным 15% (норма) от производственного налета часов. Для летательного аппарата Р-16 «Урал» - расход автобензина А-92 на производственный час 10 кг стоимостью 26000 руб/т. Расходы на летный час по ГСМ для летательных аппаратов Ан-2; Ан-2М, мотодельталет Р-16 «Урал» соответственно приведены в таблице 24.

Таблица 24.

Расходы на летный час по ГСМ для летательных аппаратов.

№ п/п	Наименование затрат	Затраты на 1 летный час по ГСМ, руб.		
		Бензин	Масло	Всего
1.	Производственный налет (по норме)	2240/2600	146/56	2386/2656
2.	Вспомогательный и служебный налет (8% от производственного)	179,2/208	12/4	191/212
3.	Тренировочный налет (4% от производственного)	90/104	6/2	96/106
4.	Расход ГСМ при работе двигателя на земле (15% от 45 и 200 кг/час)	108/195	7/4	115/199
	Итого	2617/3107	171/66	2788/3173

Расходы на амортизацию СМП рассчитывают по следующим данным: капитальный ремонт планера самолета Ан-2 – 600 руб/час, двигателя – 400 руб/час, стоимости Ан-2М соответственно 200 руб/час, двигателя 500 руб/час, реновация – 8% от стоимости планера и 10% от стоимости двигателя мотодельтаплана Р-16 «Урал», ремонт планера – 1200 руб/га, двигателя не ремонтируются.

Расходы на летный час по амортизации СМП приведены для летательных аппаратов в таблице 25 для Ан-2 и Ан-2М.

Таблица 25.

Расходы на летный час по амортизации СМП летательных аппаратов.

№ п/п	Наименование затрат	Затраты на амортизацию СМП, руб.		
		Планер	Двигатель	Всего
1.	Производственный налет (по норме)	1400/4880	570/1300	1970/6180
2.	Вспомогательный и служебный налет (8% от производственного)	112/390	46/104	158/494
3.	Тренировочный налет (4% от производственного)	56/195	23/52	79/247
4.	Расход ГСМ при работе двигателя на земле	-	17/39	17/39
	Итого	1568/5465	656/1495	2224/6960

По статье «Текущий ремонт СМП» планируются и учитываются расходы на материалы, используемые при техническом обслуживании, замене двигателей и других аналогичных работах, а также стоимость приборов, агрегатов и различных запасных частей, не числящихся в основных средствах.

По номенклатуре эти затраты многочисленны и поэтому их расчет весьма сложен. Для экономической оценки расходы на текущий ремонт следует определять упрощенным методом — по удельному весу этих затрат от расходов на амортизацию СМП. (по плановым или фактическим данным он составляет около 30%). Используя эти данные в расчете, рассматриваемая часть расходов по самолету Ан-2 составит 660 руб/ч, а по самолету Ан-2М — 2090 руб/ч, по мотодельталету — 90 руб/час.

Расходы по заработной плате складываются из затрат на сдельную и повременную оплату труда работников всех категорий. К сдельной оплате относится погектарная и почасовая оплата работников экипажа самолета (включая технический состав). При средней часовой ставке 300 руб., должностном окладе 14000 руб. в месяц и среднемесечном налете 50 часов расходы на заработную плату командира летательного аппарата Ан-2 составят 580 руб/час. Сдельная заработная плата второго пилота составляет 70% от сдельной заработной платы командира самолета. При должностном окладе 12000 руб. в месяц и том же среднемесечном налете часов расходы по оплате труда второго пилота составят 450 руб/час.

Авиатехник и авиамеханик (моторист) получают повременную заработную плату и за налет часов. Если она составляет соответственно 11000 руб. и 10000 руб. в месяц, а почасовая 150 и 120 руб., то при указанном среднемесячном налете расходы на оплату труда этих работников составят 690 руб/час. Следовательно, общая сумма расходов на заработную плату летно-технического состава будет равна 1720 руб/час. Расходы по оплате труда работников других категорий рассчитывается по удельному весу заработной платы летно-технического состава в общей сумме расходов на заработную плату (по фактическим данным она составляет 60%). Если это значение принимается за основу расчета, то общая сумма расходов по заработной плате будет равна 2870 руб/час.

В расчете расходов по летательному аппарату Ан-2М необходимо учитывать его эксплуатацию: среднегодовой налет составляет 500 часов, а в расчете на месяц — 42 часа. Сдельная оплата командира Ан-2М на группу выше, так как отсутствует второй пилот. При тех же должностных окладах заработная плата пилота и технического состава будет равна 1380 руб/час, а с учетом других затрат — 2300 руб/час. Дельталет Р-16 «Урал» - заработная плата – 2800 руб/час.

Отчисления на социальное страхование определяется в соответствии с установленной нормой. Предположим, что она составляет 13%. Тогда расходы по летательным аппаратам будут равны: Ан-2 – 374 руб/час, Ан-2М — 337 руб/час, мотодельталет - 364 руб/час.

При расчете аэропортовых расходов для экономической оценки однотипных летательных аппаратов можно воспользоваться соответствующими фактическими данными: по летательным аппаратам Ан-2 они составляют 1500 руб/час, а по Ан-2М с учетом среднегодового налета часов на самолет — 1800 руб/час. Расходы на летный час по типам летательных аппаратов приведены в таблице 26.

Таблица 26.

Расходы на летный час по типам летательных аппаратов.

№ п/п	Статья затрат	Расходы на 1 летный час, руб.		
		Ан-2	Ан-2М	Р-16 «Урал»
1.	Авиационные ГСМ	2790	3173	830
2.	Амортизация СМП	2220	6960	96
3.	Текущий ремонт СМП	660	2090	28,8
	Итого	5670	12220	954,8
4.	Заработная плата	2870	2590	2800
5.	Отчисления на социальное страхование	370	340	364
6.	Аэропортовые расходы	1600	1800	-
	Итого	10410	16950	3164

По уже известным (рассчитанным) производительности и расходам в летный час рассчитываем себестоимость обработки 1 га, причем такой расчет выполняется по всем вариантам. Полученные результаты позволяют судить об эффективности сравниваемых типов летательных аппаратов при использовании их в разных условиях производства работ.

Это относится к расходам гражданской авиации, но авиахимические работы связаны и с затратами сельского хозяйства, некоторые из которых также зависят от применяемого типа летательного аппарата. К таким затратам относятся расходы на оплату труда рабочей бригады и по эксплуатации автомобиля. Последние, обычно, невелики и поэтому могут быть исключены из расчета затрат по сравниваемым типам летательных аппаратов. Расходы на оплату труда рабочей бригады при выполнении авиаопрыскивания приведены в таблице 27.

Таблица 27.

Расходы на оплату труда рабочей бригады при выполнении авиаопрыскивания летательными аппаратами.

№ п/п	Специальность	Разряд	Ставка за смену, руб.	Число работников, чел	Всего за смену, руб.	
1.	Моторист	5	380	1	380	
2.	Рабочий	4	343	5	1715	
3.	Сигнальщик	3	315	2	630	
4.	Сторож	1	276	2	552	
5.	Водитель автомобиля	-	-	1	-	
6.	Пилот самолета Ан-2	-	-	2	-	

7.	Авиатехник и механик	-	-	2	-	
8.	Пилот самолета Ан-2М	-	-	1	-	
9.	Авиатехник и механик	-	-	2	-	
10.	Пилот мотодельталаета Р-16 «Урал»	-	-	1	-	
11.	Авиатехник и механик мотодельталаета Р-16 «Урал».	-	-	1	-	
	Итого					
	Прямые затраты на: Ан-2	-	-	15	3277	
	Ан-2М	-	-	14	3277	
	мотодельталает Р-16 «Урал»	-	-	5	923	
	С учетом отчислений, доплат и накладных расходов:					
	по Ан-2, Ан-2М	-	-	-	4404	
	по Р-16 «Урал»	-	-	-	1241	

В расчете на 1 га эти расходы определяются делением суммы расходов за смену на дневную производительность самолета. Так, при выполнении работ авиаопрыскиванием с нормой расхода рабочей жидкости 25 л/га по летательным аппаратам они составляют:

Ан-2 – 7 руб/га (4404:600);

Ан-2М - 6 руб/га (4404:695);

Р-16 «Урал» - 4 руб/га (1241:300).

При выполнении работ способом рассева состав рабочей бригады будет другим, так как на самолете Ан-2М два бака для химикатов и поэтому требуется больше рабочих для их загрузки. Расходы на оплату труда рабочей бригады приведены в таблице 28.

Как видно, себестоимость работ, выполняемых летательным аппаратом Р-16 «Урал» меньше, чем у Ан-2 и Ан-2М. Причем замена летательного аппарата Ан-2 на Ан-2М и отторжение мотодельталаетов приводит к существенному повышению себестоимости выполняемых работ (так по сравнению Ан-2 и Ан-2М) на 22,4%, что требует увеличения расходов в расчете на проектируемый ежегодный объем работ).

Таблица 28.

Расходы на оплату труда рабочей бригады.

№ п/п	Специальность	Разряд	Ставка за смену, руб.	Ан-2		Ан-2М		Р-16 «Урал»	
				Число рабочих, чел.	Всего за смену, руб.	Число рабочих, чел.	Всего за смену, руб.	Число рабочих, чел.	Всего за смену, руб.
1.	Тракторист	5	538	1	538	1	538	1	538
2.	Рабочий	4	343	2	686	3	1029	1	343
3.	Сигнальщик	3	315	2	630	2	630	1	315
4.	Сторож	1	276	2	552	2	552	-	-
5.	Пилот	-	-	2	-	1	-	1	-
6.	Авиатехник и механик	-	-	2	-	2	-	1	-
7.	Итого	-	-	11	2406	11	2749	5	1196
	С учетом отчислений, доплат и накладных расходов	-	-	-	3300		37		1629

Проведенная методика позволяет комплексно оценить каждый тип летательного аппарата с точки зрения затрат на проведение агрохимических работ. Несмотря на то, что часовая производительность мотодельтапланов меньше, чем у самолетов типа Ан-2М целесообразность применения именно их при авиахимических работах не вызывает сомнения.

Во-первых, значительно сокращается время на организацию работ, так как существенно снижается качество документов, которые необходимо получить.

Во-вторых, для обслуживания посевов нет необходимости формировать аэродром и соответствующие службы.

В-третьих, качество работ значительно выше за счет внесения необходимых химических препаратов с меньшей высоты.

В-четвертых, существенно сокращается вероятность обработки посевов вне указанных полей, что значительно влияет на экологию территории.

В-пятых, нет необходимости нанимать рабочих, имеющих специальный допуск на работу с летательными аппаратами типа Ан-2М.

Поэтому будущее за малыми летательными аппаратами при обработке посевов сельскохозяйственных культур в крестьянских (фермерских) и сельскохозяйственных кооперативных хозяйствах.

Анализ развития и состояния экономики сельскохозяйственных организаций показывает, что доходная часть сельскохозяйственного производства находится в тесной взаимосвязи с урожайностью культуры и валовым сбором. В свою очередь урожайность зерновых, так же зависит от ряда факторов. В рамках проводимого эксперимента, мы логическим путем выделили факторы, которые потенциально могут оказывать влияние на результат, то есть на урожайность зерновых культур. Данные факторы, представлены ниже, а в таблице 29 содержатся значения факторов в динамике за ряд лет. Данные динамические ряды являются фактологической основой модели.

- 1) y – урожайность зерновых и зернобобовых культур ц/га
- 2) x_1 – площади под зерновые, тыс. га
- 3) x_2 – внешний минимальный ущерб (в пересчете на 100% питательных веществ), кг
- 4) x_3 – площади обрабатываемых сельскохозяйственных культур летательными аппаратами;
- 5) x_4 – рентабельность отрасли растениеводства, в %;
- 6) x_5 – себестоимость 1 тонны реализуемого зерна, руб.
- 7) x_6 – энергетические мощности сельскохозяйственных организаций, л.с. на 100 га посева.

Таблица 29.

Значения факторов

Год	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
2001	10,3	2908,9	3,2	610,0	34,7	2340,0	178
2002	10,4	2959,1	4,5	583,5	6,7	2480,0	163
2003	9,8	2517,3	3,9	274,9	41,3	2617,0	172
2004	8,1	2396,1	3,9	277,3	42,9	2710,0	165
2005	7,6	2208,9	5,4	208,2	13,1	2748,0	162
2006	8,3	2175,6	3,0	146,2	12,9	2938,0	151
2007	11,6	2095,1	6,4	116,6	40,6	3091,0	152

2008	12,8	2161,1	4,5	47,9	40,3	3606,0	140
2009	12,6	2216,6	5,2	26,4	25,2	3596,0	132

На первом этапе оцениваем взаимосвязь данных факторов с помощью расчета корреляционной матрицы (табл. 30).

Таблица 30.

Корреляционная матрица

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
y	1,000	-,088	,370	-,277	,318	,641	-,580
x1	-,088	1,000	-,445	,957	-,187	-,746	,677
x2	,370	-,445	1,000	-,424	,047	,421	-,420
x3	-,277	,957	-,424	1,000	-,217	-,873	,800
x4	,318	-,187	,047	-,217	1,000	,180	,084
x5	,641	-,746	,421	-,873	,180	1,000	-,952
x6	-,580	,677	-,420	,800	,084	-,952	1,000

По результатам расчета корреляционной матрицы можно сделать следующие выводы, во-первых, определить тесноту связи независимых и зависимой переменной и во-вторых, определить, какие факторы оказывают взаимное влияние друг на друга.

Так, урожайность сильно зависит от площади, выделенной под зерновые, однако данная связь имеет отрицательное направление. Если рассмотреть динамику показателей, то становится видно, что снижение посевных площадей привело к увеличению урожайности. Снижение количества техники не позволяет качественно осуществлять обработку посевных площадей и следить за их состоянием, поэтому изменения данного показателя вполне закономерно (если рассмотреть корреляционные зависимости факторов x1 и x6). Добиться увеличения урожайности можно путем внесения минеральных удобрений, однако, теснота связи между факторами низкая, таким образом можно сказать, что минеральные удобрения могут, как увеличивать урожайность, так и не оказывать на ее увеличение никакого влияния в зависимости еще и от количества осадков, выпадающих в фазе роста растений.

Обработка сельскохозяйственных посевов (в том числе и летательными аппаратами) при имеющихся обрабатываемых площадях (20-25 тыс. га)

оказывает незначительное влияние на урожайность. Можно сказать о том, что изменение урожайности будет заметным при обработке посевов свыше 250 000 га, а в Оренбургской области потребность обработки более 200 000 га (фактор x_3).

Урожайность зерновых культур, так же находится в слабой корреляционной связи с рентабельностью отрасли растениеводство. Таким образом, можно заключить, что изменения, происходившие в отрасли, слабо повлияли на изменения урожайности зерновых, однако, учитывая, что связь прямая, то потенциально увеличение урожайности возможно, при увеличении рентабельности в отрасли.

Себестоимость тонны зерна, имеет прямую связь с показателем урожайности, по тесноте связи можно сказать, что она средняя, причем скорее первопричина здесь находится в себестоимости тонны продукции. Так увеличивая затраты на единицу площади, в потенциале можно получить более высокий урожай.

Энергетические мощности на 100 га посева, имеют обратную среднюю связь с показателем урожайности. Использование более современных технологий и техники, позволяет получать более высокие результаты в виде урожайности.

Что касается взаимозависимости факторов, то здесь их можно поделить на 6 групп: по типу связи (прямая, обратная) и по тесноте связи (слабая, средняя, сильная). В итоге проанализировав корреляционную матрицу можно получить направление и степень взаимовлияния факторов внутри модели. Проведенный корреляционный анализ позволил установить тесноту и направления влияния факторов модели на результат.

На втором этапе, необходимо построить регрессионную модель, которая позволила бы получить адекватный прогноз изменения урожайности под влиянием различных других факторов.

С помощью метода наименьших квадратов, была построена регрессионная модель.

$$Y = 0,004x_1 + 0,483x_2 + 0,003x_3 + 0,037x_4 + 0,006x_5 + 0,001x_6 - 21,089 \quad (69)$$

Коэффициент детерминации по построенной модели равен 0,889. Стандартная ошибка оценки 1,28. Описательные статистики по данной модели представлены в таблицах 31, 32.

Таблица 31.

Описательные статистики коэффициентов модели.

Модель		Нестандартизованные коэффициенты			
		B	Стандартная ошибка	t	Значение
1	(Константа)	-21,089	50,233	-,420	,715
	x1	,004	,006	,677	,568
	x2	,483	,484	,999	,423
	x3	,003	,013	,246	,828
	x4	,037	,061	,607	,606
	x5	,006	,007	,794	,510
	x6	,001	,195	,004	,997

Таблица 32.

Описательные статистики переменных

	Для среднего	Стандартное отклонение
y	10,1667	1,91898
x1	2404,3000	327,05647
x2	4,4444	1,09214
x3	254,5556	213,06084
x4	28,6333	14,41258
x5	2902,8889	454,14685
x6	157,2222	14,85579

Полученная модель была проверена на адекватность получаемых результатов (табл.33, рис.9).

Предикативные характеристики модели удовлетворяют заданному уровню точности (Суммарная ошибка <15%), в связи с этим можно заключить, что данная модель пригодна для практических расчетов при прогнозировании урожайности с учетом обработки посевов летательными аппаратами

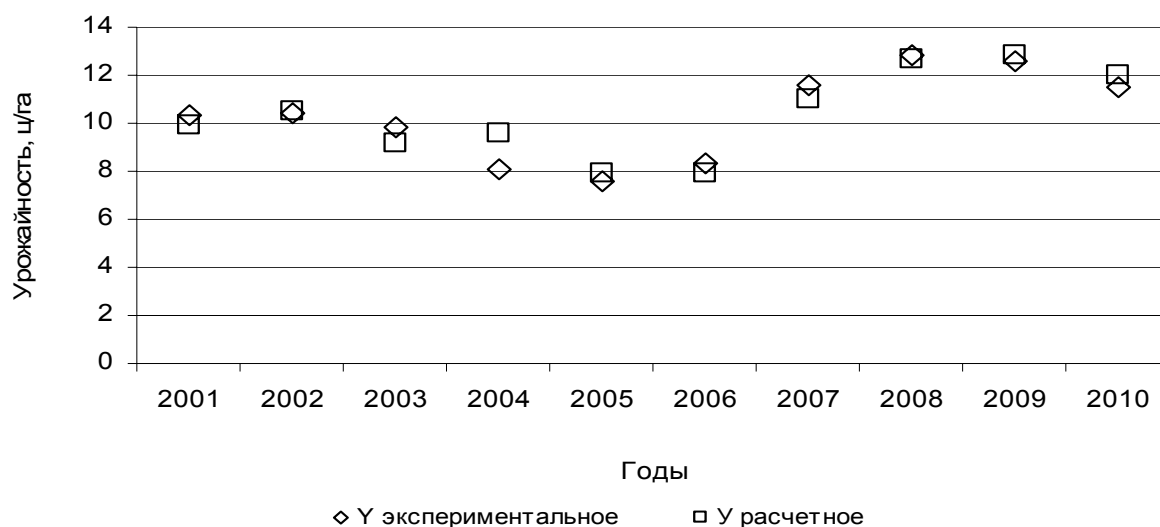


Рис. 9. – Исходные и расчетные значения модели.

Таблица 33.

Ошибки модели

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Суммарная ошибка
Исходные данные	10,3	10,4	9,8	8,1	7,6	8,3	11,6	12,8	12,6	
Расчетные данные	9,9	10,5	9,2	9,6	7,9	7,9	11,0	12,7	12,8	
Относительная ошибка модели, %	0,04	0,01	0,07	0,19	0,04	0,05	0,05	0,01	0,02	5 %
Абсолютная ошибка модели, ц/га	0,4	0,1	0,7	1,5	0,3	0,4	0,6	0,1	0,2	0,5

Нами было выявлено, что решение вопросов повышения эффективности отрасли растениеводства на основе повышения урожайности сельскохозяйственных культур с учетом широкого применения летательных аппаратов для борьбы с болезнями и вредителями зависит от достаточно большой совокупности факторов. Влияние каждого из них далеко не равнозначно. Степень участия каждого из них в обосновании приоритетных направлений повышения урожайности сельскохозяйственных культур диктует необходимость моделирования (прогнозирования) различных ситуаций. Исходные данные представлены в таблице 34.

Таблица 34.

Исходные данные.

Года	Производство зерна (в весе после доработки), тыс. ц.	Инвестиции млн. руб.	Энергетич. мощность на 100 га посева Л.С.	Себестоимость 1 т реализованного зерна, руб.	Уровень рентабельности, %	Затраты труда чел. на 1 га посевов	Внесение минер. удобрений на 1 га зерновых	Посевные площади тыс. га	Доля зерновых в структуре посевов, %	Обработка авиационным методом
	у	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
2001	29685,4	389,0	178	1600	34,7	10,5	1,0	2908,9	73,1	610,0
2002	30493,3	458,4	163	1420	6,7	11,0	2,0	2959,0	74,1	583,5
2003	24428,0	688,0	172	1640	41,3	116	1,2	2517,3	72,1	274,9
2004	18996,2	919,2	165	2360	42,9	12,0	1,5	2396,1	70,6	277,3
2005	15274,7	1853,9	162	2720	13,1	12,1	2,4	2208,9	69,2	208,3
2006	15829,3	2178,8	151	2938	11,4	10,4	1,3	2175,6	69,0	146,2
2007	23888,0	2797,9	152	3091	36,3	10,2	4,3	2095,1	72,4	116,6
2008	27282,2	4428,6	140	3606	42,0	9,3	5,3	2161,1	72,7	47,86
2009	19054,9	3303,0	132	3596	17,9	9,5	6,3	2216,6	73,6	26,36

В таблице приведены исходные данные для моделирования зависимости объемов производства зерна в весе после доработки от различных факторов. Первым этапом анализа является проверка корреляции факторов участвующих в модели. Для этого строим корреляционную матрицу. Результаты ее построения представлены в таблице 35.

Таблица 35.

Корреляционная матрица

		Y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Корреляция Пирсона	Y	1,000	-,219	,294	-,478	,271	,099	-,033	,685	,807	,593
	x ₁	-,219	1,000	-,896	,947	,087	-,336	,860	-,783	,010	-,851
	x ₂	,294	-,896	1,000	-,897	,188	,390	-,883	,677	-,107	,800
	x ₃	-,478	,947	-,897	1,000	,025	-,418	,805	-,881	-,179	-,911
	x ₄	,271	,087	,188	,025	1,000	,348	,031	-,114	,140	-,129
	x ₅	,099	-,336	,390	-,418	,348	1,000	-,323	,136	,033	,047
	x ₆	-,033	,860	-,883	,805	,031	-,323	1,000	-,547	,395	-,684
	x ₇	,685	-,783	,677	-,881	-,114	,136	-,547	1,000	,491	,957
	x ₈	,807	,010	-,107	-,179	,140	,033	,395	,491	1,000	,298
	x ₉	,593	-,851	,800	-,911	-,129	,047	-,684	,957	,298	1,000

Полученная, с помощью метода наименьших квадратов, линейная модель позволяет с высокой точностью описать закономерности влияния перечисленных факторов (x_i) на результат (y) (табл. 35).

Таблица 36.

Коэффициенты при неизвестных в модели

Модель		Нестандартизованные коэффициенты	
		B	Стандартная шибка
	(Константа)	-126256,548	,000
	x1	6,190	,000
	x3	-9,665	,000
	x4	58,597	,000
	x5	-31,524	,000
	x6	-1524,917	,000
	x7	-7,628	,000
	x8	2514,614	,000
	x9	11,787	,000

Соответственно модель имеет вид:

$$Y = 6,190x_1 - 9,665x_2 + 58,597x_4 - 31,524x_5 - 1524,917x_6 - 7,628x_7 + 2514,614x_8 + 11,787x_9 - 126256,548 \quad (71)$$

Коэффициент детерминации данной (R^2) модели равен 1.

Из полученной модели был исключен фактор описывающий значение энергетического фактора в модели, так как он не оказывает влияние на результат.

Повышательное влияние на результат оказывают факторы: x_1 , x_4 , x_8 , x_9 .

Увеличение объема инвестиций на гектар посевов, безусловно, при всех равных условиях позволит получить более высокий выход продукции. Большой объем инвестиций позволяет приобретать более совершенные посевные материалы и более эффективно осуществлять агротехнический процесс.

Уровень рентабельности производства сельскохозяйственной культуры так же позволяет получать больший выход на единицу площади.

Увеличение доли зерновых в структуре посевов позволяет увеличить выход продукции. Использование одинаковых технологий на большой площади

позволяет добиться более высоких результатов по получению количества продукции.

Использование авиации позволяет эффективно бороться с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, соответственно, данный фактор так же оказывает повышающее значение на результат.

Понижающее влияние оказывают на результат следующие факторы:

x_3, x_5, x_6, x_7 .

Увеличение себестоимости и затрат человеческого труда на единицу площади (x_3, x_5) оказывает негативное влияние на количество получаемой продукции. Так как не всегда повышение себестоимости и количества человеческого труда ведет к увеличению выхода готовой продукции. Хотя такая зависимость имеется между затратами человеческого труда и себестоимостью продукции.

Факторы (x_6, x_7) так же оказывают понижающее влияние на результат. Рассматривая фактор – количество минеральных удобрений на гектар посевов можно заключить, что существует экстремальная зависимость между количеством удобрений и валовой продукцией. Таким образом, увеличение количества минеральных удобрений не всегда ведет к повышению валового сбора продукции. Данный фактор необходимо более детально исследовать в рамках не линейной зависимости.

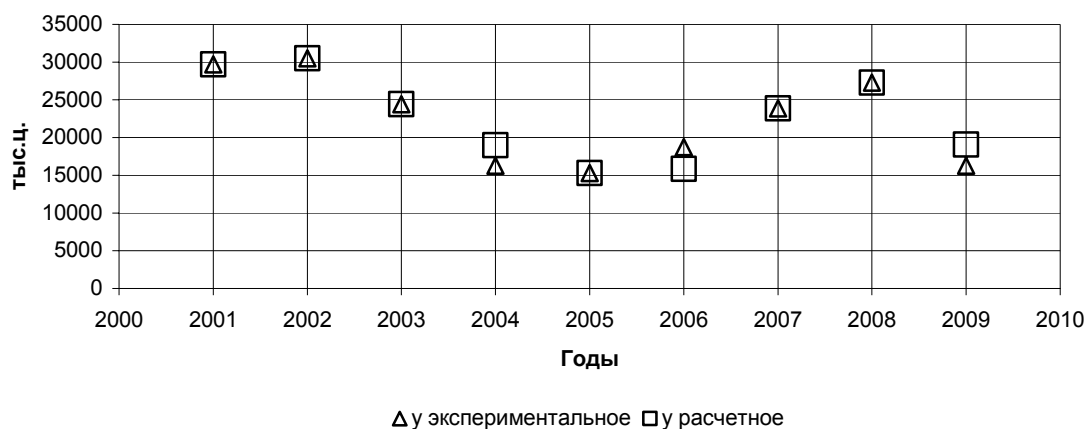


Рис. 10. Значения рядов: исходного и модельного.

Увеличение площади не всегда является позитивным моментом в росте выхода валовой продукции, так как требуется большее количество техники и сложнее ухаживать за посевами. Соответственно можно заключить, что данный фактор так же является экстремальным (т.е. имеет локальный максимум соответствующий максимальной эффективности).

Построенные по результатам моделирования графики позволяют убедиться, что предсказываемые значения идентичны исходным (рис. 7).

3.3. Применение современных информационных технологий при обработке сельскохозяйственных культур летательными аппаратами.

Повышение эффективности применения летательного аппарата при проведении авиационно-химических работ на основе формирования оптимальной траектории его перемещения.

Одним из факторов снижения затрат на выполнение авиационно-химических работ летательного аппарата является обоснование и разработка оптимальных маршрутов их перемещения. Нами сделана попытка обосновать оптимальный маршрут летательных аппаратов и реализовать это в программном продукте.

Программный комплекс предназначен для формирования оптимальной челночной траектории перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата при проведении авиационно-химических работ.

Основная панель

Расположение. Основная панель расположена на главном окне программы (рис.11, основная панель обведена красным цветом).

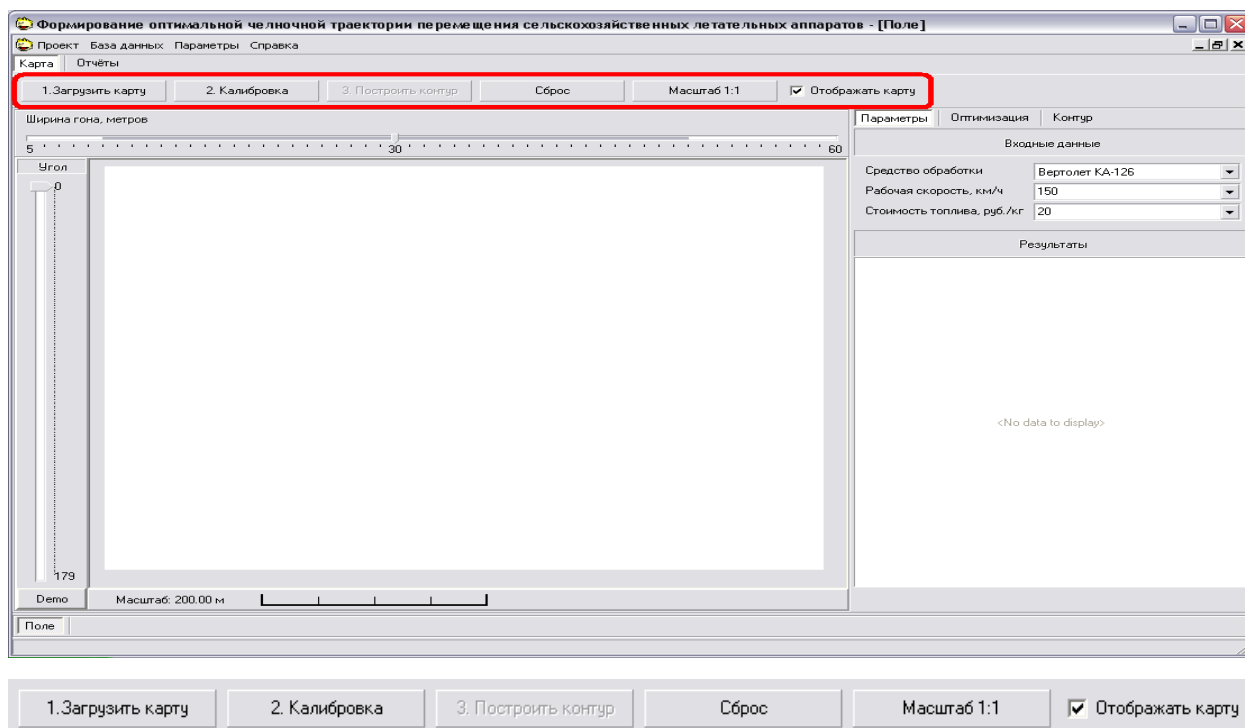


Рис. 11. Расположение и вид основной панели на главной форме программы

Основная панель имеет следующие кнопки:

«*Загрузить карту*»: производится загрузка карты для последующего нанесения контура поля по данной карте.

«*Калибровка*»: осуществляется процесс калибровки – определения масштаба карты.

«*Построить контур*»: производится построение контура поля при помощи манипулятора типа мышь

«*Сброс*»: выполняется сброс всех настроек (загруженная карта, построенный контур и так далее) в значения по умолчанию.

«*Масштаб 1:1*»: устанавливается первоначальный масштаб изображения.

Также имеется возможность отображения-скрытия карты.

Загрузка карты

Для облегчения ввода координат имеется возможность загрузки географической карты реального района с расположенными на ней участками сельскохозяйственных угодий. Загрузка осуществляется нажатием кнопки

«Загрузка карты». При этом открывается диалоговое окно выбора файла с картой, представленное в соответствии с рис. 12.

Внимание! Поддерживаются только файлы формата BMP.

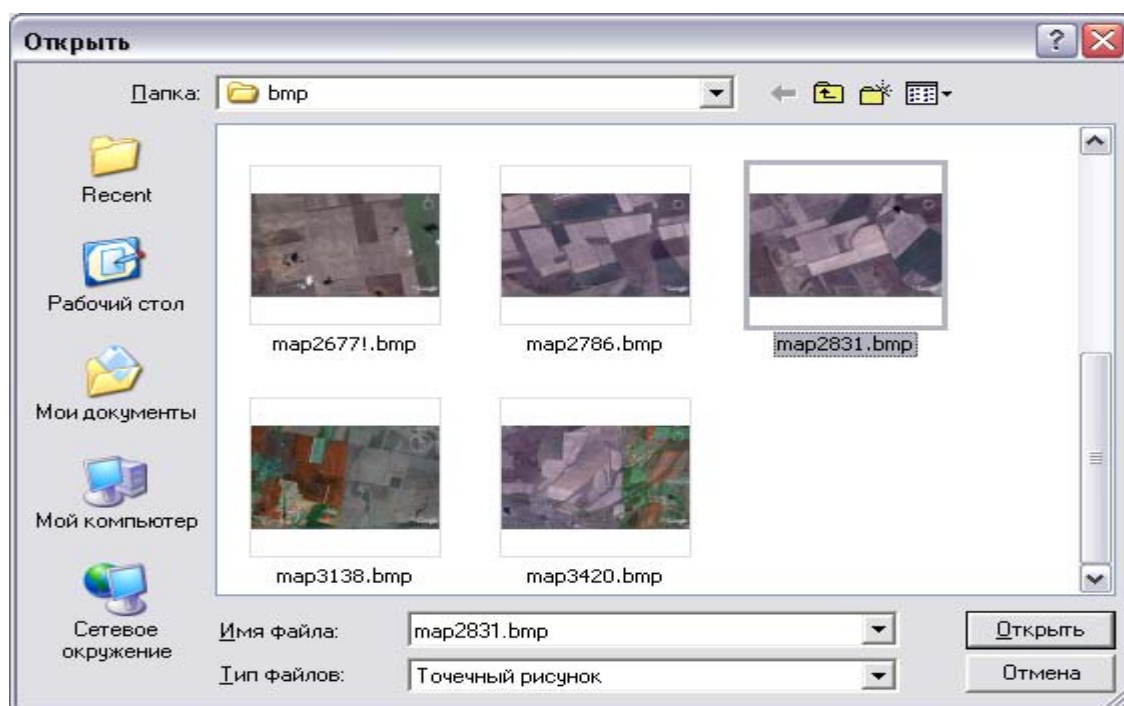


Рис. 12. Диалоговое окно выбора файла с географической картой участков сельскохозяйственных угодий

После загрузки карты главное окно программы будет иметь вид, представленное в соответствии с рисунком 13.

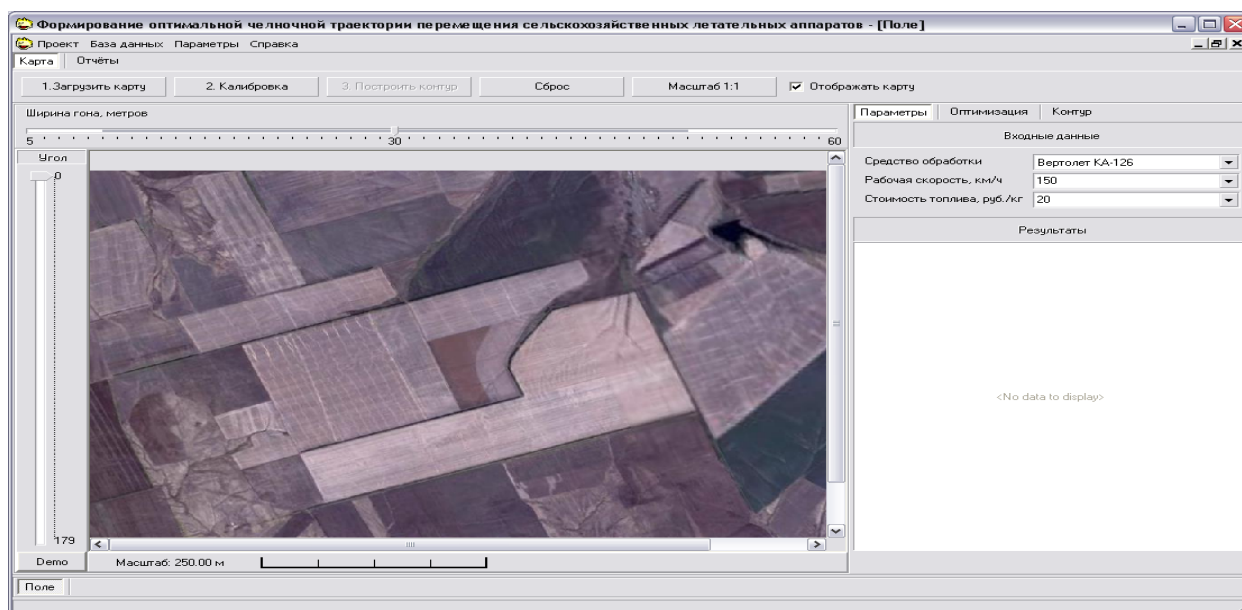


Рис. 13. Вид главного окна программы после загрузки файла с географической картой участков сельскохозяйственных угодий

Калибровка карты

Для дальнейшей работы необходимо произвести калибровку карты, то есть определить масштаб карты и найти соотношение с экранными координатами монитора компьютера. Для этого нужно нажать следующую кнопку основной панели «Калибровка».

Внимание! Без калибровки дальнейшая работа программы невозможна.

Как правило, географические карты имеют информацию о масштабе в виде «Масштаб 1:50000», которая означает, что одна единица длины на карте в действительности соответствует 50000 единицам длины на местности. Для определения единицы длины необходимо на реальной карте перед её оцифровкой определить две точки и расстояние между ними. В случае если цифровой вариант карты является снимком Google Map, то достаточно знать специальное расстояние, которое указано в левом нижнем углу карты. Рассмотрим эти два случая.

Случай Google Map. После нажатия кнопки «Калибровка» пользователь должен ответить на вопрос «Эта карта загружена из Google?». Соответствующий запрос представлен в соответствии с рисунком 13 отвечаем «Да».

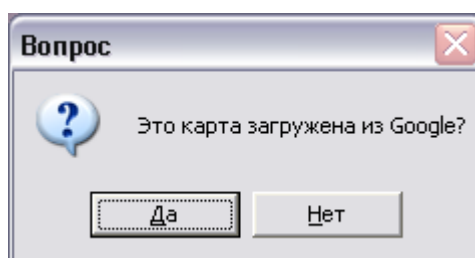


Рис. 14. Запрос необходимой информации перед калибровкой карты

Теперь необходимо ввести информацию о расстоянии между двумя крайними штрихами. Эти данные в картах Google обычно указывается слева снизу (рис. 15). Вводим эти данные (рис. 16) и нажимаем кнопку «Принять». Калибровка выполнена.



Рис. 15. Так указывается масштаб в картах Google

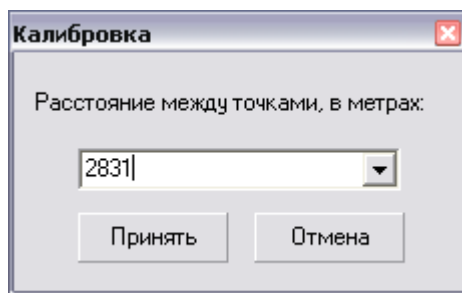


Рис. 16. Ввод информации о расстоянии между двумя точками на карте.

Случай обычной географической карты. Перед калибровкой нужно выполнить следующие операции:

- перед оцифровкой карты отметить на ней две точки (точки следует выбирать как можно дальше друг от друга) и измерить расстояние между ними;
- в соответствии с масштабом карты рассчитать действительное расстояние;
- после нажатия кнопки «Калибровка» выбрать «Нет» (карта не является Google Map);
- отметить левыми щелчками мыши две вышеуказанные точки на карте и ввести действительное расстояние между ними в метрах.

Построение контура участка

Для выполнения построения контура участка необходимо нажать на третью кнопку основной панели «*Построить контур*». Контур строится заданием его границ, которое осуществляется подведением мыши к тому месту, где необходимо поставить вершину. Вершина указывается левым щелчком мыши. При движении мыши изображается текущая граница. Граница контура поля отмечается желтым цветом. Например, на рисунке 17 указаны пока только четыре вершины.

Завершение рисования границы осуществляется нажатием правой кнопки мыши. При этом автоматически заканчивается построение границы поля, соединением последней указанной вершины с первой.

Внимание! Так как последняя вершина соединяется с первой, дважды отмечать первую вершину не надо.

По окончании построения контура производится построение первоначальной траектории движения сельскохозяйственного летательного аппарата, представленное в соответствии с рисунком 17.

Внимание! Нельзя строить самопересекающиеся контуры!

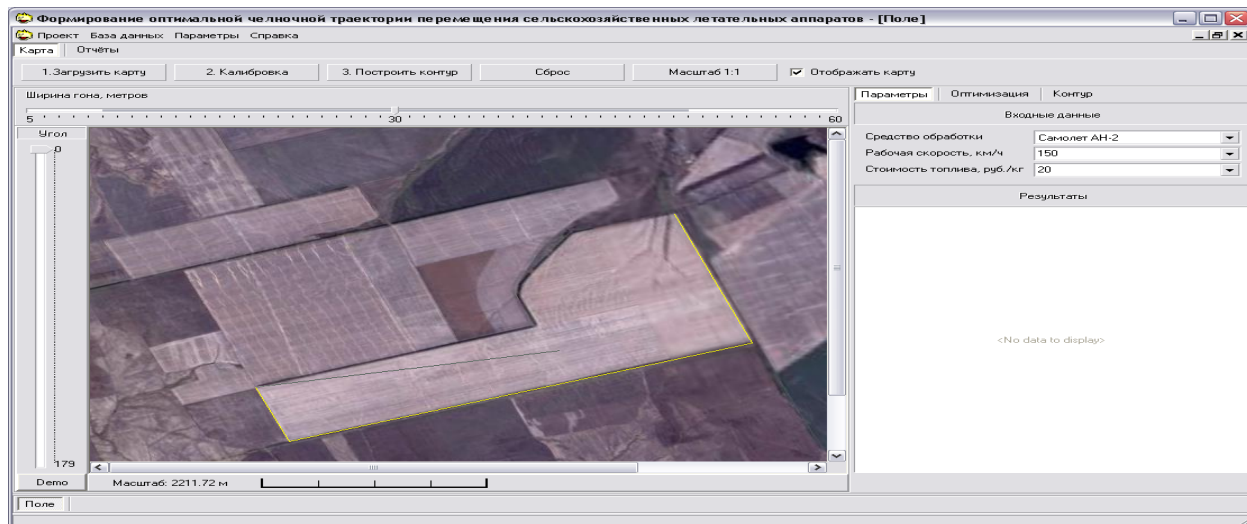


Рис. 17. Построение контура участка

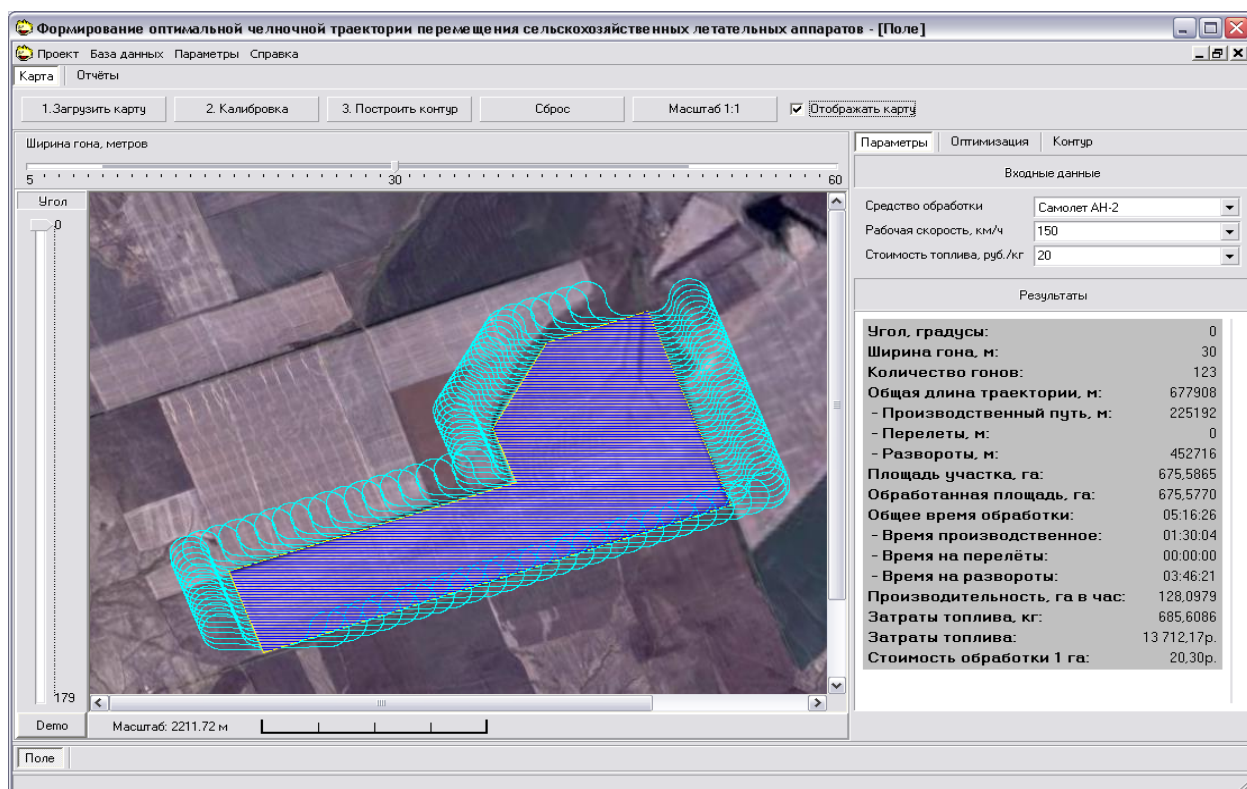


Рис. 18. Построение контура участка завершено

Сброс

Кнопка «Сброс» нужна для перевода всех параметров и настроек в значение по умолчанию. После сброса необходимо заново произвести калибровку карты и построение контура участка.

Внимание! Для нового построения контура участка при сохранении значения о масштабе карты необходимо просто нажать кнопку «Построить контур»

Масштаб 1:1

В результате увеличения или уменьшения видимого изображения карты (масштабирования) и переноса карты за границы экрана возникает необходимость установить карту в середину экрана с первоначальным значением масштаба карты.

Отображение карты.

Данная опция скрывает (отображает) карту. Таким образом, остается видимым только контур поля и траектория перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата над участком (рис.19).

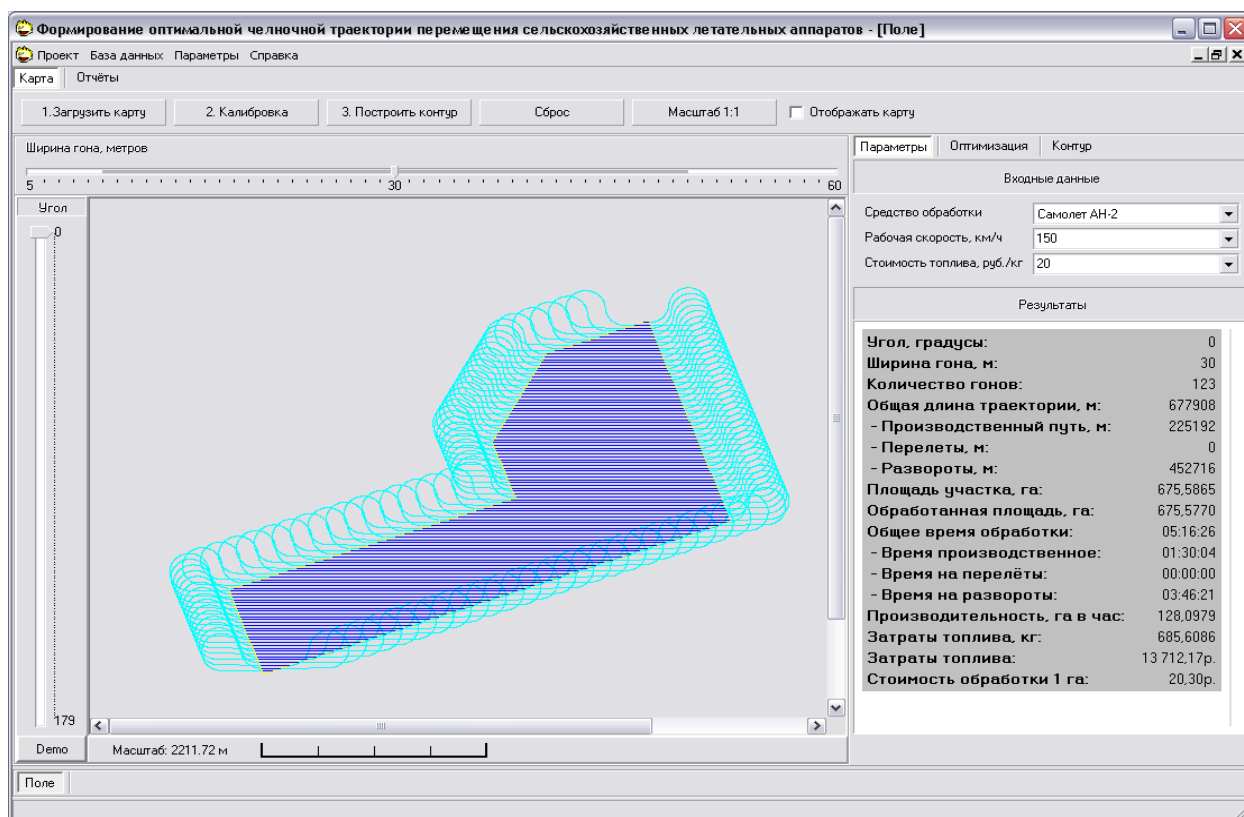


Рис. 19. Контур участка и траектория перемещения летательного аппарата без заднего фона карты

База данных.

Основные информационные данные программы содержатся в специальной базе. Для редактирования этих данных необходимо выбрать пункт «*Базы данных*» главного меню программы и затем подпункт «*Редактирование базы данных*». В открывшемся окне имеются следующие закладки:

- летно-технические характеристики летательных аппаратов;
- нормы расхода рабочего состава;
- ядохимикаты, гербициды, удобрения и так далее.

Редактирование базы данных

Общие приемы работы при редактировании базы данных представлены ниже.

Перед редактированием необходимо нажать кнопку «*Редактировать*».

Для подтверждения введенных изменений необходимо еще раз нажать кнопку «*Редактировать*», ответив положительно на появившийся вопрос «*Сохранить изменения?*».

Для отмены введенных изменений необходимо еще раз нажать кнопку «*Редактировать*», ответив отрицательно на появившийся вопрос «*Сохранить изменения?*».

Для добавления новой записи необходимо нажать кнопку «*Insert*» на клавиатуре и ввести новые данные. По окончании ввода обязательно следует нажать на «*Enter*» на клавиатуре.

Для удаления записи необходимо сделать активной строчку с записью для удаления при помощи клавиш управления курсором или мышью и нажать на клавиатуре кнопку «*Delete*».

Внимание! Запрещается вводить в базу пустые или повторяющиеся строки!

Летно-технические характеристики летательных аппаратов

В данной закладке представлены основные летно-технические характеристики летательных аппаратов:

- взлет: разбег, набор высоты, разворот на курс;

- выключение силовой установки (СУ), остановка несущего винта (НВ);
- выруливание;
- высота разворота;
- загрузка химикатами;
- заправка топлива (с рулением);
- запуск СУ, раскрутка НВ;
- максимальная вместимость топливных баков;
- максимальная загрузка;
- максимальная ширина захвата Малообъемное опрыскивание 00-5;
- максимальная ширина захвата Опрыскивание 00-1;
- максимальная ширина захвата Опыливание 00-3;
- максимальная ширина захвата Разбрасывание 00-4;
- максимальная ширина захвата Рассев 00-2;
- максимальная ширина захвата Ультрамалообъемное опрыскивание 00-6;
- масса пустого (снаряженного);
- подготовка к полету, техническое обслуживание (ТО);
- посадка: разворот с курса, планирование;
- рабочая высота - лес, кустарники, сады и склоны, не менее;
- рабочая высота - равнина, не менее;
- рабочая высота - холмы и предгорья, не менее;
- рабочая скорость, не более;
- рабочая скорость, не менее;
- расход масла;
- расход топлива;
- расход топлива при прогреве двигателя;
- скорость разворота;
- угол крена;
- угол набора высоты;

Внешний вид окна программы для редактирования летно-технических характеристик летательных аппаратов представлен в соответствии с рисунком 20.

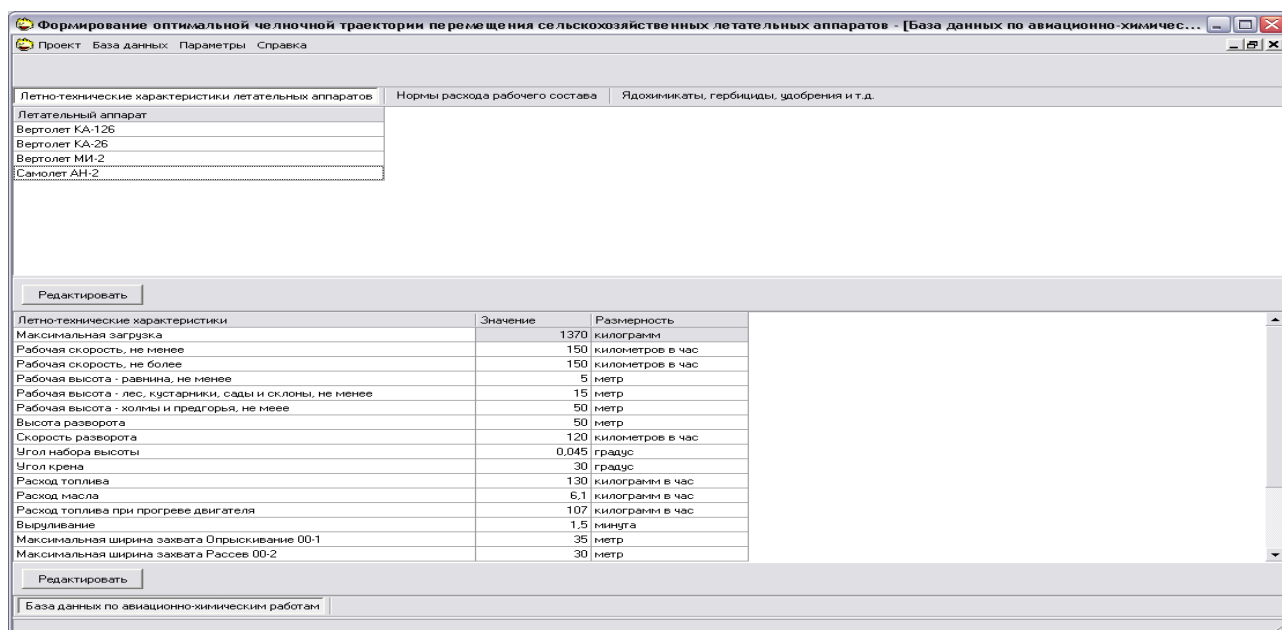


Рис. 20. Летно-технические характеристики летательных аппаратов

Нормы расхода рабочего состава

В данной закладке представлены нормы расхода рабочего состава. Вначале необходимо выбрать вид работ, который может быть одним из следующих (они могут быть изменены пользователем):

- дефолиация сельскохозяйственных культур;
- борьба с вредителями и болезнями растений;
- борьба с сорняками и нежелательной древесно-кустарниковой растительностью;
- рассев минеральных удобрений.

Далее определяется подкатегория работ или вредитель (болезнь) сельскохозяйственных культур (например, борьба с сорняками и нежелательной древесно-кустарниковой растительностью, а именно борьба с сорняками в посевах зерновых (пшеница, ячмень, овес, просо, кукуруза)). Эти данные приведены в средней таблице. В нижней таблице представлены соответствующие нормы расхода рабочего состава. Соответствующий вид окна

программы для редактирования норм расхода рабочего состава представлен на рисунке 21.

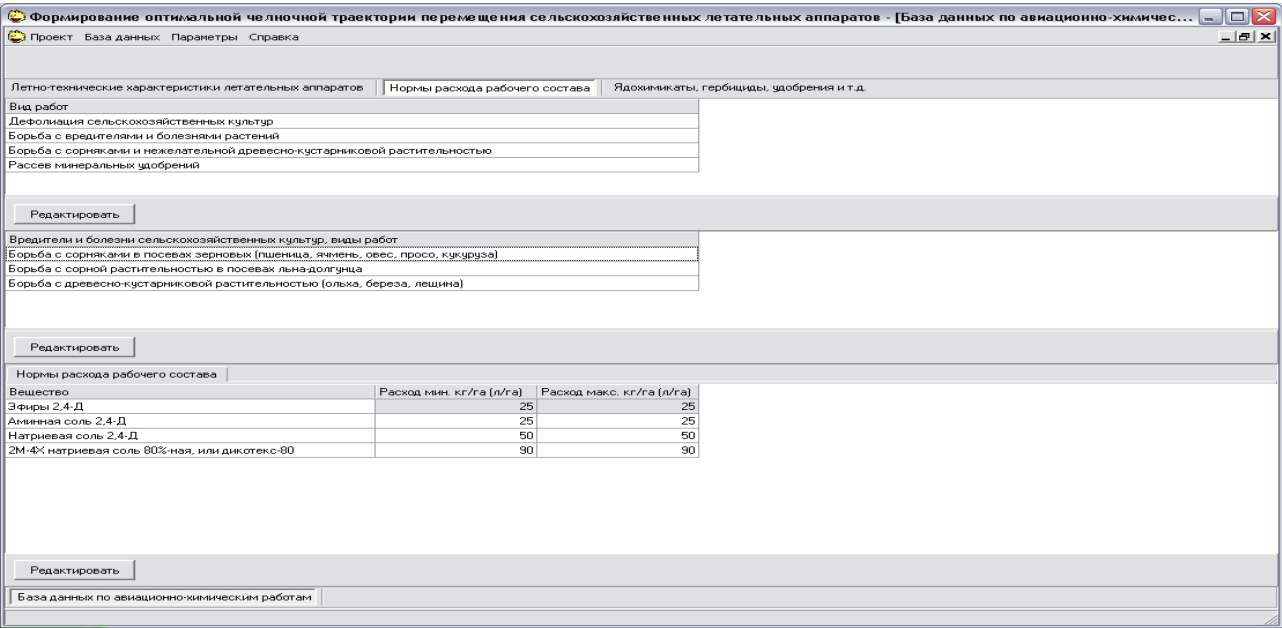


Рис. 21. Нормы расхода рабочего состава

Ядохимикаты, гербициды, удобрения и так далее

В данной вкладке представлены различные ядохимикаты, гербициды, удобрения и другие вещества, применяемые в сельском хозяйстве. Внешний вид окна программы представлен в соответствии с рисунком 22.

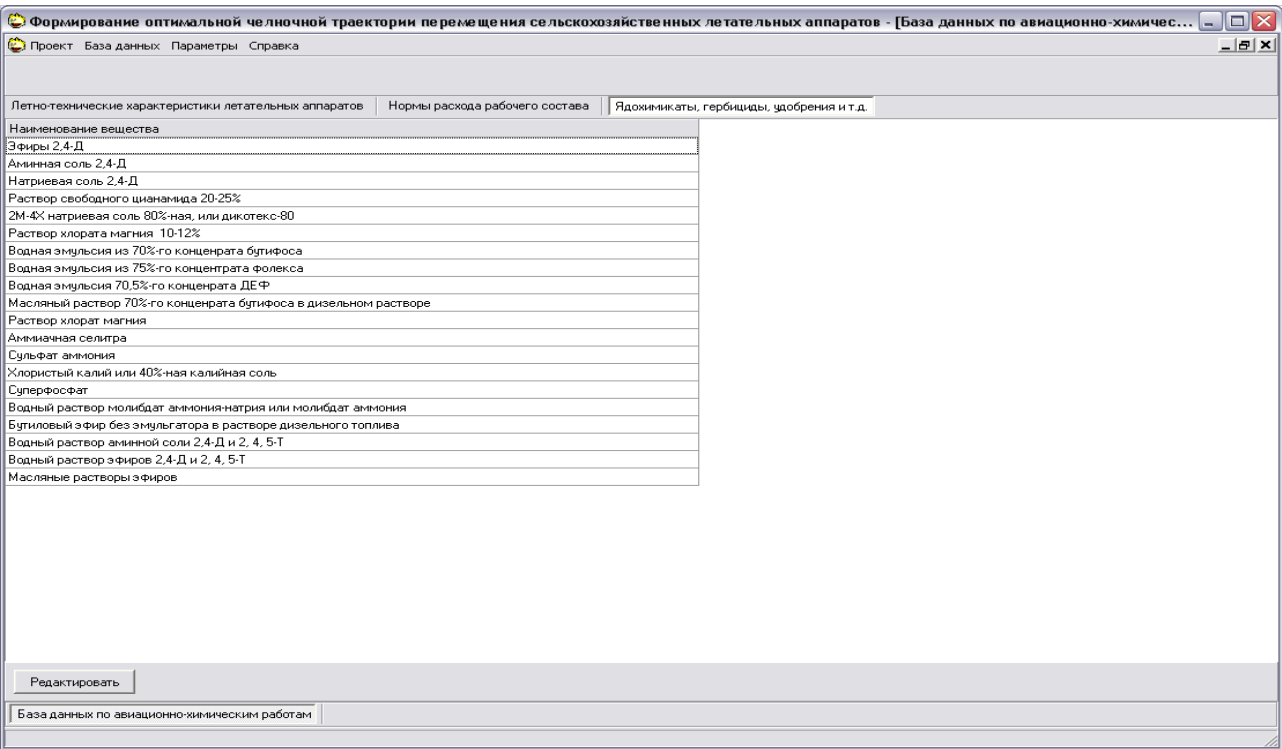


Рис.22. Ядохимикаты, гербициды, удобрения

Параметры программного комплекса

Для редактирования некоторых параметров программы имеется специальное окно. Для её вызова необходимо выбрать пункт «*Параметры*» главного меню программы, затем подпункт «*Редактирование параметров программы*».

Возможно изменить следующие данные:

- шаг увеличения угла;
- расстояние между линиями в картах Google;
- минимальный масштаб для карты;
- максимальный масштаб для карты;
- шаг увеличения масштаба;
- коэффициент разворота;
- стоимость топлива.

Для подтверждения введенных изменений необходимо нажать кнопку «*Сохранить*», которая находится в левом нижнем углу программы (рис. 23).

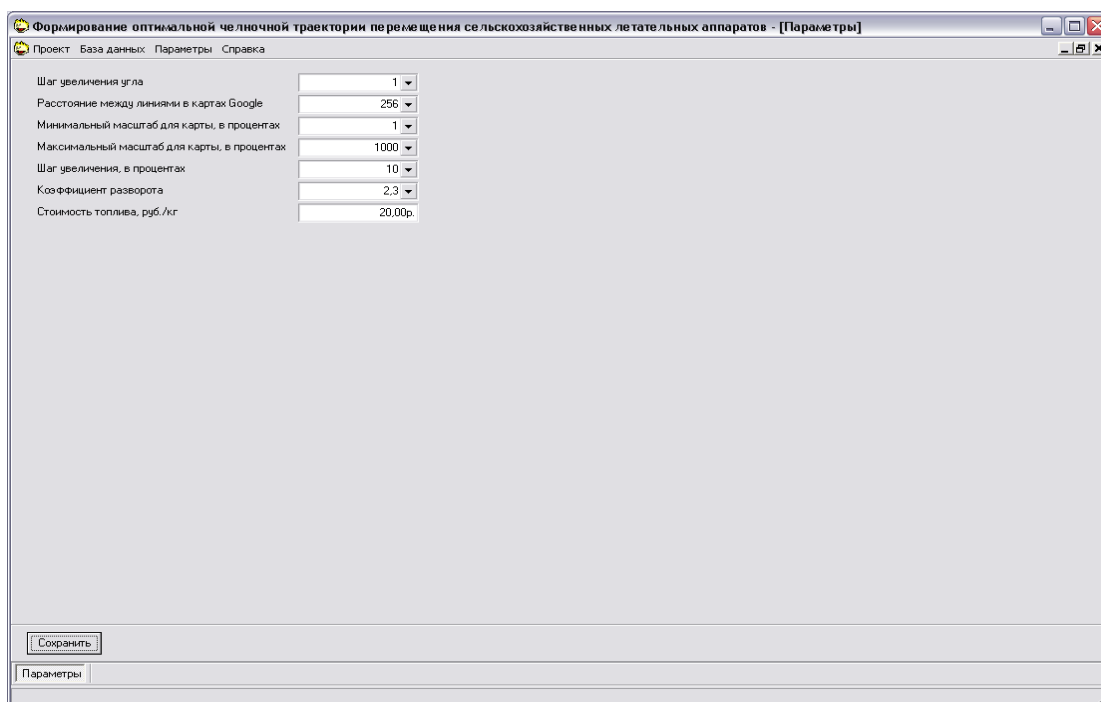


Рис. 23. Редактирование параметров программы.

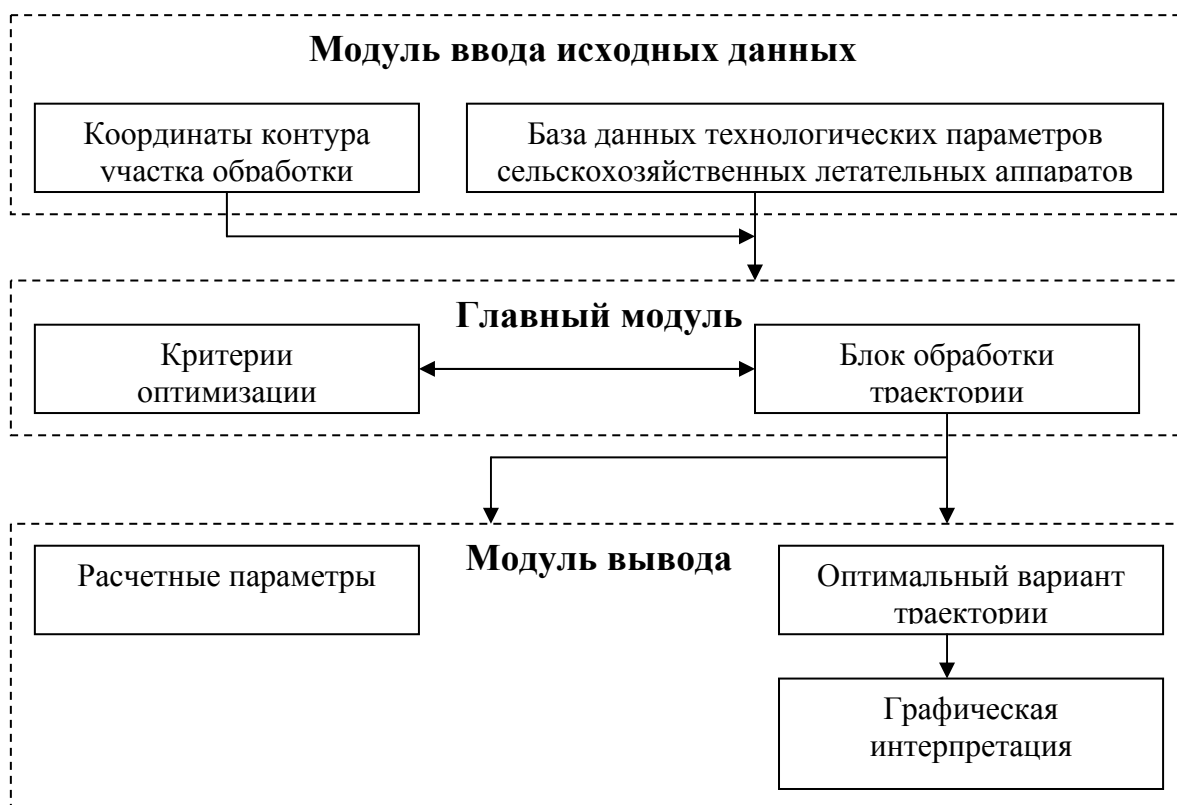


Рис. 24. Структурно-функциональная схема работы программного комплекса

Структурно-функциональная схема работы программного комплекса представлена на рисунке 24.

Основные возможности программного комплекса:

- загрузка цифровой версии географической карты реального района с расположенными на ней участками сельскохозяйственных угодий с возможностью точного построения контура поля;
- высокая точность построения контура достигается благодаря возможности масштабирования карты;
- контур поля может иметь форму вогнутого контура (без самопересечения);
- широкий выбор критериев оптимизации траектории;
- достаточно быстрый расчет оптимальной траектории с подробными результатами;
- получение выходных данных на каждом шаге расчета с возможностью вывода в печать;

- экспорт результатов в различные форматы (Microsoft Word, Microsoft Excel и так далее);
- построение графиков по результатам вычислений;
- удачная графическая интерпретация траектории перемещения, учитывающая стандартный разворот летательного аппарата;
- наличие базы данных по авиационно-химическим работам;
- удобный, эргономичный интерфейс программ с множеством подсказок.

Ограничения программного комплекса

Основные ограничения представлены общими ограничениями эксплуатации и общими летными ограничениями конкретного СЛА, а также функциональными ограничениями аппаратуры внесения средств обработки.

Полеты по авиационному опыливанию, опрыскиванию и рассеву удобрений и приманок выполняются в соответствии с НПП ГА-78 и руководством по летной эксплуатации воздушного судна на высотах от 5 до 50м и над объектом обработки.

Способ обработки - челночный.

Время одного полета и время работы одного экипажа не должно превышать 2 часа в сутки. Рабочее время воздушного судна не более 8 часов в сутки.

Конфигурация полей предполагается произвольной, но контур многоугольника не должен иметь самопересечений. Загрузка карты района обработки осуществляется только в формате BMP. Участок обработки рассматривается как двумерный многоугольник, т.е. не учитывается рельеф местности.

В модуле ввода исходных данных происходит: загрузка карты, ручной ввод координат (подразумевается ввод координат с помощью манипулятора типа «мышь») или загрузка координат вершин поля из заранее созданного файла. После загрузки координат поля необходимо выбрать тип летательного аппарата, рабочую скорость обработки и стоимость одного килограмма

топлива. Для построения траектории также необходимо ввести допустимую ширину гона.

После ввода данных идет обработка, то есть построение первичной траектории.

Построение траектории производится на основе векторной алгебры, аналитической геометрии, математической логики. Траектория включает в себя следующие участки:

- производственный полет сельскохозяйственного летательного аппарата над полем (где идет непосредственно обработка химикатами);
- непроизводственный полет сельскохозяйственного летательного аппарата над полем (где нет необходимости включать аппаратуру опрыскивания – это естественные препятствия, овраги, ручьи и так далее);
- развороты для захода на очередной гон.

Например, критерием оптимизации траектории может являться минимальное количество гонов с минимальным расстоянием всей траектории. Соответственно оптимизация траектории проводится в два этапа. На первом этапе определяется минимальное количество гонов. На втором этапе происходит расчет минимального расстояния в пределах наименьшего количества гонов. Программный комплекс позволяет также производить оптимизацию по другим критериям.

Программный комплекс позволяет на предварительном этапе работы летательного аппарата разработать оптимальный маршрут челночного перемещения, что существенно экономит время проведения авиационно-химических работ и снижает затраты на их проведение.

Высокая производительность летательных аппаратов, их высокий коэффициент надежности при эксплуатации, многооперационность в работе вынуждает сельскохозяйственных производителей арендовать технику, которая проводит цикл работ на высоком технологическом уровне. При движении в режиме автопилотирования на посевных уборочных работах, защите растений,

внесении удобрений целесообразно использовать спутниковую навигацию систем GPS или ГЛОНАСС.

При выполнении технологических операций по обработке сельскохозяйственных культур летчик ориентируется в системе глобального позиционирования GPS через спутник и станцию управления. Одновременно другой бортовой компьютер контролирует выполнение технологических операций при обработке сельскохозяйственных культур. Он показывает скорость движения летательного аппарата, ширину захвата, производительность, расход топлива и т.д. Практически аграрное производство XXI века подошло к использованию в отрасли растениеводства роботизированных комплексов.

В процессе выполнения работ с датчиков роботизированного самолетного комплекса в компьютер заносятся данные о его пространственном положении, скорости выполнения технологической операции и параметры агротехнологий в целом. По этим материалам и космическим снимкам составляются детальные агроландшафтные, агроэкологические и специальные технологические карты. Полученные пространственные и технологические данные позволяют планировать, проведение всех работ по обработке сельскохозяйственных культур на следующий год и рассчитывать затраты на их осуществление.

В России специалистами ЗАО «Инженерный центр «Геомир» на базе агрофирмы ЗАО «Ильинка» Оренбургской области впервые создана система дистанционного мониторинга сельскохозяйственного производства (СМСП) для управления крупным агропромышленным хозяйством. Она представляет собой единую систему анализа и поддержки принятия решений, объединяющую в единое целое объективные и актуальные данные, полученные с помощью самых современных средств мониторинга окружающей среды, включая космический и авиационный мониторинг.

Цели создания СМСП - увеличение объемов выпуска товарной продукции, уменьшение затрат на производство и повышение рентабельности. Задача создания СМСП - получение достоверной информации о

производственных процессах в растениеводстве для принятия управленческих решений.

Руководство этого сельскохозяйственного предприятия может принимать оперативные и стратегические решения на базе реальных данных о состоянии производства, экономики, потреблении ресурсов и сбыте продукции, собранных инструментальных средствах.

Для определения состояния сельскохозяйственных культур (заболеваний, нашествия саранчи), вегетации природных и культурных растений, фитосанитарной обстановки в различных регионах привлекаются данные дистанционного зондирования, получаемые с КА серии landsat. Снимки с этих спутников имеют разрешение 15-30 м или 1 см. карты - 150м и 300 м. Схема СДМЗ включает в себя методики дешифрирования КС для составления сельскохозяйственной (М 1:200000) и почвенной (М 1:1000000) карт.

В аграрном производстве используют тематические карты масштабов 1:10000 и 1:25000. Такие карты составляют по материалам аэрофотосъемки. На сегодняшний день космические снимки такого и даже большего размера получают с американских КА OrbView и QuickBird. В США снимки с указанных КА широко используют в сельском хозяйстве, поскольку стоимость 1 км² (100га) съемки составляет от 7 до 30 долларов. В России для аграрных целей привлекают космические снимки с индийского спутника IRS (разрешение 1 м) или французского КА Spot (разрешение 2,5 м).

Материалы космической съемки широко применяют в сельском хозяйстве Алтайского края, Иркутской и Тюменской областей.

Интерпретация (дешифрирование) данных дистанционного зондирования в рамках СКМ имеет свои особенности. Применение ГИС - технологий позволяет быстро отграничивать объекты, поскольку сегодня уже не требуется навыки компонентного дешифрирования ландшафтной структуры - лес, водные объекты, рельеф, населенные пункты, сельскохозяйственные угодья. Обособление географических объектов путем распознавания и оконтуривания проводится синтезом цветов, тонов, полутонов и составлением композитных

снимков. Внутреннее содержание контуров осуществляется с помощью методов полевых исследований, позволяющих составить наборы шаблонов интерпретации снимков на определенные сельскохозяйственные территории.

Трудности заключаются в распознавании площадей занятости для АХГ многолетних насаждений, зерновых, зернобобовых или корнеплодных культур. В данном случае требуются глубокие знания используемых агротехники и агротехнологий, стадии вегетации видов культурных растений и их травосмесей (монокультур и поливидовых составов), производственной специализации земель и некоторых других особенностей.

В Оренбургской области открылся уникальный по уровню оснащения современной техникой и оборудованием Научно-образовательный центр ресурсосберегающего и точного земледелия при Оренбургском государственном аграрном университете (ОГАУ).

Несколько лет на учебно-опытных полях ОГАУ и полях «МТС -Агро» проводились исследования мульчированного посева при возделывании зерновых культур. Согласно результатам многолетних исследований, при применении технологий сберегающего земледелия их урожайность выросла с 0,89 до 2,2 т/га, повысилась экономическая эффективность производства при одновременном снижении текущих инвестиционных расходов. Часть хозяйств области уже опробовала технологии сберегающего земледелия, в частности, CP8 - приемники и приборы для параллельного вождения агрегатов. Но поэтапно полностью освоить и проанализировать технологию точного земледелия в условиях отдельного хозяйства было невозможно. Тогда возникла идея создания инновационного центра по ресурсосберегающим технологиям и технологиям точного земледелия на базе учебно-опытного поля ОГАУ совместно с компаниями «Amasone - Евротехника» и «Евротехника MPS».

Цель создания инновационного центра - реализация сельхозпотенциала путем внедрения технологий сберегающего земледелия, повышения конкурентоспособности сельхозпродукции, экономической эффективности и

экологичности производства, а также уменьшение деградации почвы, сохранение и повышение ее плодородия.

Основными задачами центра стали: испытание новой техники и технологий; обучение студентов, сельхозпроизводителей и специалистов АПК, повышение квалификации руководителей и специалистов АПК по ресурсосберегающим технологиям и технологиям точного земледелия; использование технологии точного земледелия для производства семян высших репродукций, а также мониторинг техники; агрохимическое обследование полей; составление электронных карт полей; картирование урожайности и дифференцированное внесение минеральных удобрений.

В Оренбургской области создан инновационный центр по внедрению новых информационных технологий. Инновационный центр объединил в себе современные научные и практические разработки, передовую технику и оборудование известных мировых производителей.

Комплексный подход к созданию инновационного центра потребовал создания качественной материально - технической и научной базы, которая включает в себя оборудование автоматического контроля маршрута полета летательных аппаратов, полевые компьютеры (КПК и защитный ноутбук) с GPS - приемниками и программным обеспечением для картирования полей, агрохимическую лабораторию для экспресс-анализа проб почв, разбрасыватель удобрений с контроллером AMATRON и бортовым компьютером INSIGHT, опрыскиватель AMASPRAY.

Оснащение инновационного центра современным оборудованием и техникой проходило следующим образом: первым шагом стало приобретение приборов и оборудования для автоматизации полетов летательных аппаратов. Навигационное оборудование Ag GPS Guide Plus и подруливающее устройство Ag GPS EZ Steer T2 были установлены на самолете АН-2. Пилот все внимание уделяет не тому, куда и как лететь, а работе, в результате чего снижается утомляемость работника, что напрямую влияет на качество проводимой

технологической операции. Именно поэтому автоматическое управление стремительно набирает популярность.

Принцип действия определяется следующим образом: сигнал спутника принимается приемником, установленным на самолете, после чего техника выполняет команды. Это позволяет:

- увеличить наработки самолетов в 1,5... 1,8 раза за счет выполнения работ в ночное время;
- сократить расходы химикатов и ГСМ до 20% на гектар;
- уменьшить металлоемкость агрегатов;
- увеличить производительность труда на 15% - 18%;
- устранить 10% перекрытий и 3% пропусков при обработке сельскохозяйственных посевов;
- сэкономить денежные средства свыше 180 рублей за гектар.



Рис. 25. Оборудование для параллельного вождения.

Вторым этапом стало получение электронной карты, позволяющей уточнить площади и конфигурации полей, что дало возможность заранее точно рассчитать потребность химикатах, ГСМ и других расходных материалах (первая такая карта была получена в программе SMS Mobil и обработана программой SMS Advanced) (рис. 26).

Третьим этапом является картирование. С этой целью было приобретено комбайн Claas Lexion 540 в комплекте с GPS - приемником, бортовой информационной системой Cebis и модулем определения урожайности Quantimeter (рис. 26 и 27).



Рис. 26. Электронная карта полей «МТС – Агро»

Электронная карта урожайности, полученная во время уборки с точной привязкой к месту, позволяет не только контролировать количество собранного урожая, но и правильно принимать агротехнические решения. При этом появляется возможность более дифференцированно подходить к технологии возделывания сельскохозяйственных культур на данном участке.



А – Garmin E-trex



Б – Wintes G-rays I

Рис. 27. GPS-приемники



А – типа КПК



Б – защищенный

Рис. 28. Полевые компьютеры

Внедрять спутниковую навигационную технологию в сельскохозяйственных организациях Оренбургской области сразу - дорого и накладно.

Прежде всего, необходимо оснастить сельскохозяйственную технику навигационной системой для слежения за маршрутом обработки конкретного поля и перелете на другое поле.

Географическая информационная система Панорама АГРО предназначена для автоматизации управления летательными аппаратами в отрасли растениеводства и является одним из составляющих элементов комплексной технологии производства сельскохозяйственной продукции на основе GPS/ГЛОГСС навигации технических средств - информационно-аналитическая система «АгроХолдинг» (рис. 29).



Рис. 29. Комплексная система

Система состоит из трех блоков аппаратно-программных средств:

- 1) Мобильный блок (бортовое оборудование объектов мониторинга), включает: программируемый логический контроллер (ПЛК), датчики уровня топлива, комплект громкой связи.
- 2) Серверный блок (центр сбора данных), включает: Web-сервер - IP адрес для приема информации, система управления базами, данных (СУБД Microsoft SQL Server 2005), программное обеспечение системы мониторинга.
- 3) Клиентский блок (рабочее место оператора системы), включает: программное обеспечение ГИС Панорама АГРО, программное обеспечение ГИС Карта 2005.

Комплектация системы мониторинга зависит от требований, предъявляемых сельскохозяйственными организациями и может меняться в зависимости от типа летательного аппарата технического средства и контролируемых параметров. Минимальный типовой комплект системы мониторинга включает:

- программируемый логический контроллер;
- антенны и универсальные кабели питания;
- GPS-модем службы наблюдения;
- программное обеспечение службы наблюдения;
- набор электронных карт.

Мониторинг маршрутов летательных аппаратов при обработке сельскохозяйственных культур заключается в комплексном применении специального оборудования, устанавливаемого на самолетах и в приемном

пункте и программного обеспечения, для обработки и визуализации данных по следующей схеме:

- получение сигнала от навигационной GPS/ГЛОНАСС системы;
- запрос состояния датчиков и измеряемых параметров;
- создание файла измерений и пересылка его по каналам;
- обработка файла измерений и размещение данных на сервере;
- определение местоположения техники и изображение позиции и маршрута летательных аппаратов в картографической программе;
- отображение служебных параметров: скорость, уровень топлива, ширина захвата, высота полета и т.д.
- передача команд управления техническим средствам

Использование в сельскохозяйственных организациях информационной системы Панорама АГРО приводит:

- к повышению площади обработки посевов за счет сокращения потерь химикатов при АХР;
- к проведению обработки в оптимальные агротехнические сроки во всех зонах Оренбургской области с сохранением ритмичности проведения всех остальных операций по возделыванию зерновых культур;
- к стабилизации, а затем укреплению и увеличению производственно-технического и кадрового потенциала.

Панорама АГРО только расходы на минеральные удобрения сокращаются на 30% при одновременном повышении урожайности. Используя программу, топ-менеджмент компании смог выявить неэффективных работников, уменьшить число отрицательного воздействия на природу, оптимизировать расход ГСМ и других материальных ресурсов.

Таким образом, необходимость повышения эффективности обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами на базе применения современных информационных технологий целесообразна и практически оправдана.

Заключение.

Проведенные исследования по проблеме повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции в отрасли растениеводства позволяют сделать вывод о недостаточном использовании в технологических операциях по защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей современных летательных аппаратов, что объясняет невысокую рентабельность отрасли.

1. Выявлены особенности использования малых летательных аппаратов при производстве сельскохозяйственных культур, которые обусловлены влиянием производственных, технологических и экономических факторов.

2. Наши исследования позволяют сделать вывод о том, что производство сельскохозяйственных культур в отрасли растениеводства рентабельно (за последние 5 лет составило 25%), однако, для данной отрасли этого недостаточно. Одним из путей повышения рентабельности отрасли должно стать существенное снижение и в перспективе исключение снижения урожайности сельскохозяйственных культур из-за болезней и вредителей (до 35% урожая) за счет более эффективного применения летательных аппаратов (дельтапланов, мотodelьтапланов и др.).

3. В результате проведенных исследований обоснованы и разработаны математические модели по прогнозированию объема производства зерна и его урожайности.

4. Разработана и обоснована организационно-информационная модель повышения эффективности применения малых летательных аппаратов в отрасли растениеводства с применением современных информационных технологий (GPS, ГЛОНАСС).

Список использованной литературы

1. Авиатранспортное обозрение: Информационный журнал по воздушному транспорту. – 2003. -№ 44.
2. Авиационно-химические работы. : реф. сб. / Науч. тр. ГосНИИГА. -Вып. 6 -. М.: ГосНИИГА, 1974. - 210 с
3. Авиация в сельском хозяйстве / В.М. Шумилин, В.М. Агарков, В.В. Белозеров и др. - М.: Колос, 1995. - 208 с.
4. Агарков, В.В., Дибир, А.Г., Копычко В.П. и др. Авиация в сельском хозяйстве / В.В. Агарков, А.Г. Дибир, В.П. Копытченко. - Харьков.: ТАЛ "Слобожанщина", 2002.
5. Алтухов, А.И. Территориальное разделение труда в агропромышленном производстве страны / А.И. Алтухов //Экономист, №8, с.81-91.
6. Алферьев, В.П. Проблемы формирования рынка средств производства для АПК / В.П. Алферов // Достижения науки и техники АПК.-1992.-№7.-С.2-4.
7. Амосов, А. О предпосылках устойчивого экономического роста / А.О. Амосов // Экономист. – 2005. - №10. - С.16.
8. Анализ производства АПК Оренбургской области в условиях экономического кризиса. / С.А. Соловьев, А.И. Маркова, при поддержке РГНФ, № 10-02-81202а/У)
9. Арие, М.Я. "Дирижабли" / М.Я. Арие. - Киев. Наукова Думка, 1986. - 223 с.
10. Артеменко, Н.А. Экономическая эффективность показателей сельскохозяйственной техники / Н.А. Артеменко. – М.: Агропромиздат, 1985.
11. Базаров, М.К. Мах информации при min сложности методов количественного анализа (пособие начинающему исследователю) / М.К. Базаров, П.И. Огородников. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 357 с.
12. Басалаева, Е. Проблемы формирования конкурентоспособного сельского хозяйства / Е. Басалаева // Вопросы экономики, 2006, №7, с.47.

13. Белозерцев, А.Г., Токарев В. Проблемы интенсификации зернового хозяйства / А.Г. Белозерцев, В. Токарев // АПК: экономика, управление.-1989.- N11.-С.14-22.
14. Богданов, Ю.С. Оценка эффективности транспортных вертолетов. / Ю.С. Богданов, В.С. Брусов. М: МАИ, 1982. - 45 с.
15. Бондаренко, В.А., Абдрашитов, Р.Т. и др. Инновационные процессы в авиационно-химических работах – экологический аспект / В.А. Бондаренко, Р.Т. Абдрашитов и др. – Оренбург, 1998.
16. Бондаренко, Н.Г. Научно-технический прогресс в механизации растениеводства / Н.Г. Бондаренко. – Киев. Головное издательство издательского объединения «Высшая школа», 1989. – 80 с.
17. Боровиков, В.П. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В.П. Боровиков. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2003. - 688с.
18. Бородин, К. Сравнительная оценка конкурентоспособности агропродовольственной продукции России / К. Бородин // АПК: экономика, управление. – 2005. - № 7. – С. 56-63.
19. Боткин, О.И. Региональный аспект функционирования эффективного сельского хозяйства / О.И. Боткин, В.Г. Загуменнов, А.И. Сутыгина [и др.]. - Екатеринбург – Ижевск: ИЭ УрО РАН, 2000. – 262 с.
20. Боткин, О.И. Системный анализ экономики региона / О.И. Боткин, В.И. Некрасов, А.И. Сутыгина [и др.]. – Ижевск Удмуртия» 2000. Часть 2. – 273 с.
21. Броуде, Б.Г. Воздухоплавательные летательные аппараты / Б.Г. Броуде. - М.: Машиностроение. 1976. 62 с.
22. Брусов, В.С. Системный анализ и автоматизированное проектирование летательных аппаратов. / В.С. Брусов. М.: МАИ, 1982. - 28 с.
23. Бугуцкий, А.А. Повышение производительности труда – ключевая проблема в аграрном секторе / А.А. Бугуцкий // Вестник с.-х. науки, 1997, №3,
24. Буздалов, И. Сельское хозяйство как приоритетное направление господдержки / И. Буздалов // АПК – экономика, управление. – 2009. - № 4 – с. 3-15.

25. Буторин, Н.Н. Производственно-транспортные задачи большой размерности. /Н.Н. Буторин. -М.: Статистика, 1978. т 95 с
26. Бутырин, В.В. Методические аспекты определения оптимальных затрат на производство сельскохозяйственной продукции / В.В. Бутырин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2004. - № 10.-С. 40-42.
27. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М., «Советское радио», 1972. – 551 с.
28. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. - М., «Наука», 1973. – 366 с.
29. Выбор параметров сельскохозяйственных самолетов.: сб. статей / Науч. тр. РКИИГА. Вып. 203 -. - Рига: 1971. - 82 с.
30. Гаркуша, В.Ф. Совершенствование системы управления АПК в условиях рынка / В.Ф. Гаркуша // Достижения науки и техники АПК. – 2001. - №5. – С. 12-18.
31. Гоголев, И.М. Управление экономическими механизмами повышения конкурентоспособности регионального агрокомплекса / И.М. Головлев. – Екатеринбург, 2006 – 227 с.
32. Годин, А.М. Маркетинг / А.М. Годин: Учеб. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К°, 2005. - 728 с.
33. Голубев И.С., Сакач Р.В., Пинаев Е.Г. Исследование операций в гражданской авиации / И.С. Голубев, Р.В. Сакач, Е.Г. Пинаев. - М., изд. "Транспорт", 1980. 253 с.
34. Голубев, И.С. Соизмерение технического уровня и эффективности при проектировании конструкций ЛА / И.С. Голубев. - М: МАИ, 1986 - 134 с.
35. Голубев, И.С. Эффективность воздушного транспорта / И.С. Голубев.-М.: Транспорт, 1982.
36. Гончаров, В.Д. Комплексное изучение товарных рынков / В.Д. Гончаров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2002. - № 3. – С. 45-47.

37. Города и районы Оренбургской области: Стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург, 2007. – 275 с.
38. Горячкин, М.И. Экономическое обоснование способов механизации сельскохозяйственного производства / М.И. Горячкин. - М.: Сельхозгиз, 1962.
39. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 г.г.
40. Гришаева, Л. Концептуальные основы аграрного рынка / Л. Гришаева // Междунар. сельскохозяйственный журн. - 2002. - № 1. - С.20-23.
41. Губайдуллин, М.С. Формирование продовольственного рынка / М.С. Губайдуллин. – Уфа, 2000. – 138 с.
42. Гусманов, И. Место и роль России на мировом рынке продовольствия / И. Гусманов // Междунар. сельскохозяйственный журн. - 2000. - № 6. -С.30-31.
43. Гырьянский, И.С. Организационно-экономические проблемы технического обеспечения аграрного сектора / И.С. Гырьянский, И.П. Ларина // Совершенствование хозяйственного механизма в АПК: Сб. научн. тр. КубГАУ. –Краснодар, - 1999. – с. 112-118.
44. Демченко, А. Агротехническая сфера региона: механизм и факторы развития / А. Демченко, Е. Яковлева, Т. Савченко //АПК: экономика и управление. – 2007. - № 06. – С.21-24.
45. Дибихин, К.Ю. Управление качеством авиационно-химических работ на основе учета локальных метеорологических состояний сельскохозяйственных полигонов / К.Ю. Дибихин // Агро XXI. – 2009. - №7-9. – С.9-11.
46. Диброва, Г.С., Лисин, Е.П., Хижняк, А.П. Экономика, организация и планирование гражданской авиации / Г.С. Диброва, Е.П. Лисин, А.П. Хижняк. - М.: Транспорт, 1989.
47. Долбня, Н.В. Новые аспекты экономической оценки летательных аппаратов ПАНХ / Н.В. Долбня //Тр ГосНИИ ГА. Вып. 163. М.: ГосНИИ ГА. 1977. - с. 9-17.

48. Долбня, Н.В. Эффективность применения авиации в отраслях народного хозяйства / Н.В. Долбня. - М.: "Воздушный транспорт", 1990. - 264 с.
49. Драгайцев, В. Экономические проблемы технического переоснащения сельского хозяйства России / В. Драгайцев // АПК: экономика, управления, 2005, №11.
50. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования в экономике / Т.А. Дуброва. Уч. пособие. - М.: МЭСИ, 2002. - 52 с.
51. Емельянов, А. Финансово-экономическое положение сельского хозяйства: пути оздоровления / А. Емельянов // Экономист, №8, с.89-93.
52. Жукова, О. Совершенствовать обеспечение сельского хозяйства техникой / О. Жукова // АПК: экономика, управления, 2006, №9.
53. Завражнов, А. И. Биотехнические системы в агропромышленном комплексе / А. И. Завражнов, П. И. Огородников; отв. ред. акад. РАСХН А. И. Завражнов. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2011. – 412 с.
54. Зарук, Н., Джевтцкая, Е. Планирование государственной поддержки сельского хозяйства / Н. Зарук, Е. Джевтцкая // Экономист, №11, с.76-84.
55. Зинченко, А. Тенденции развития сельского хозяйства России после дефолта / А. Зинченко. Ю. Матюхина // АПК: экономика и управление. – 2007. - №06. – С.8-13.
56. Иберла, К. Факторный анализ. / К. Иберла М.: Статистика, 1980. -287 с.
57. Информационные системы и технологии в АПК. – Ульяновск: УГСЧФ, 2002. - 166 с.
58. Исследование гибридных летательных аппаратов. // "Aviation Week", june 21,1976, №21 (june),- с. 37-41.
59. Клир, Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. / Дж. Клир. М.: Радио и связь, 1990. - 431 с
60. Клоцвог, Ф. О выборе перспективы развития до 2010 / Ф. Клоцвог, Л. Чернова, А.О. Сухотин // Экономист. – 2005. - № 8. – С. 12-22.
61. Козлов, А. Агропромышленный комплекс России в 2005 г. / А. Козлов // АПК: экономика, управления, 2006, №6.

62. Козлов, Е.И. Механизация загрузки самолетов химикатами. / Е.И. Козлов, М.Н. Кунашев. М.: Транспорт, 1970. -104 с.
63. Козловский, В.Б., Худоленко О.В. Как возродить ПАНХ / В.Б. Козловский // Гражданская авиация № 12, 2002. с. 31-32
64. Козловский, В.Б., Худоленко О.В. О состоянии, проблемах и перспективах выполнения авиационно-химических работ / В.Б. Козловский О.В. Худоленко // "Сельские зори", научно-популярный информационно-аналитический журнал №2, 2001.
65. Колосов, Ф. Последствия вступление в ВТО / Ф.Колосов // АПК: экономика, управление. - 2005. - № 1. - С. 10-13.
66. Коршунов, А.П. О критериях оценки эффективности сельской техники / А.П. Коршунов // Техника в сельском хозяйстве. – 1998. - №2. - с. 6.
67. Краснощеков, Н. Этапы технологической реформы в агропроизводстве России и экономическая эффективность преобразований / Н. Краснощеков, А. Михалев, А. Ежевский // АПК: экономика и управление. – 2005. - №5. – С. 16-23.
68. Краснощеков, Н., Михалев, А., Ежевский, А. Этапы технологической реформы в агропроизводстве России и экономическая эффективность преобразований / Н. Краснощеков, А. Михалев, А. Ежевский //АПК: экономика, управления, 2005, №5.
69. Краснощеков, Н., Михалев, А., Концепция технологической модернизации сельскохозяйственного производства России / Н. Краснощеков, А. Михалев // АПК: экономика, управления, 2005, №4.
70. Куев, А. Оптимизация производственной структуры агропредприятия / А. Куев, В. Колодяжный // АПК: экономика и управление. – 2008. - № 05.– С.16-19.
71. Кузнецов, Н. Приоритетное развитие АПК как фактор продовольственной безопасности России / Н. Кузнецов //АПК: экономика, управления, 2006, №12.
72. Кузьменко, В. Рационально использовать технику / В. Кузьменко, И. Кузьменко // Экономика сельского хозяйства России. – 2001. - №8. – с.6.

73. Куруев, И. Системные принципы устойчивого развития сельского хозяйства АПК / И. Куруев // АПК: экономика, управление. – 2008. - № 6. – С.8.
74. Легкоступ, С.С. Экономика и организация сельскохозяйственной авиации /С.С. Легкоступ, Н.А. Поспелов. - М.: Колос, 1979. - 192 с.
75. Лужанский, Р.И. Оптимизация основных летно-технических характеристик парка магистральных самолетов / Р.И. Лужанский // Труды ГосНИИ ГА, вып. 120 М.: ГосНИИ ГА. 1975,- с. 12-20.
76. Лухменев, В.П. Защита зерновых культур от вредителей болезней и сорняков на Южном Урале / В.П. Лухменев. - Оренбург: Издательский Центр ОГАУ, 2000. - 340 с.
77. Лухменев, В.П. Микробиологическая и химическая защита озимой пшеницы на Южном Урале / В.П. Лухменев, Л.В. Ярмухаметова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2008. № 2. -С. 10-14.
78. Макарец, М.Н. Экономика производства сельскохозяйственной продукции / М.Н. Макарец, Л.И. Макарец. – Лань, 2002.
79. Матвеева, О.Б. Экономическое обоснование эффективного функционирования регионального зернового подкомплекса АПК (на примере Оренбургской области): - атореф. дис...канд.экон.наук: 08.00.05 / Матвеева Ольга Борисовна – Ижевск, 2010.
80. Матвейкин, И.В. Информационные технологии как основа эффективного управления техническими системами предприятий АПК / И.В. Матвейкин, П.И. Огородников // Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. – 280 с.
81. Методика определения экономического эффекта в сельскохозяйственном производстве от использования авиации / Министерство гражданской авиации. Научно-производственное объединение применения гражданской авиации в народном хозяйстве (НПО ПАНХ ГА), Краснодар, 1990. – 73 с.
82. Методика экономической оценки технологий и машин в сельском хозяйстве. М.: Типография Россельхозакадемии, 2010. – 145 с.
83. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция) / М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр-ву,

- архит. и жил. политике ; рук.авт.кол.: Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. - М.: ОАО «НПО «Изд-во «Экономика», 2000. - 421 с.
84. Митин, С. Необходима технологическая модернизация сельского хозяйства / С. Митин // АПК: экономика, управления, 2006, №9.
85. Михалев, А.А. Повышение технологического и технического уровня сельскохозяйственного производства – основа обеспечения его конкурентоспособности / А.А. Михалев // Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии.-2004.-С.5-11.
86. Моделирование в планировании гражданской авиации. // Пинаев Е.Г., Сакач Р.В., Косиченко Е.Ф., Гладышевская Г.Н. -М.: "Транспорт", 1983. -173 с
87. Наibuллина, Э. Макроэкономические итоги 2008 г. И задачи на 2009 г. / Э. Наibuллина // Экономист. – 2009. - № 5. – с 3-12.
88. Научно-технический прогресс и социально-экономические условия производства: Сб. науч. тр. / Ред. Ф.А. Дронов. – Минск: Наука и техника, 1981. – 80 с.
89. Национальный проект «Развитие АПК».
90. Нечаев, В.И. Резервы увеличения производства зерна и повышения его эффективности: региональный аспект / В.И. Нечаев, А.П. Рыбалкин // Под ред. акад. Россельхозакадемии И. Т. Трубилина. – М.: Агри Пресс, 2002. – 288 с.
91. Новожилов, Г.В. и др. Безопасность полета самолета. Концепция и технология. // Г.В. Новожилов, М.С. Нейман, Л.Г. Писарский М.: Машиностроение, 2002. - 160 с.
92. Нуралиев, С.У. Проблемы и перспективы развития продовольственного рынка России в рамках ВТО / С.У. Нуралиев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2005. - № 8. - С. 12-16.
93. Областная целевая программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Оренбургской области на 2008-2012 годы»: http://mcx.orb.ru/component/option,com_docman/task,cat_view/gid,28/Itemid,22/.

94. Областной статистический ежегодник: Стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург. 2007. – 478 с.
95. Оглоблин, Е. Повышение эффективности производства зерна на основе научно-технического прогресса. //Новости деловой жизни , 2006, №2.
96. Огородников, П.И. Концептуальные аспекты функционирования универсальной единой системы информационного обеспечения АПК / П.И. Огородников, С.А. Извозчикова // Известия ОГАУ. - №3. – 2008. – С. 99-102.
97. Огородников, П.И. Научно-технический прогресс – основа эффективной реализации инновационных проектов в АПК: монография / П.И. Огородников; отв. Ред. А.И. Татаркин. - Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2009. – 228 с.
98. Огородников, П.И. Основные направления научно-технического прогресса в сельском хозяйстве / П.И. Огородников, Т.В. Кретьева, Е.П. Огородникова // Экономика региона, приложение к № 2. – 2008.
99. Огородников, П.И. Стратегическое формирование инновационных процессов в региональной экономике. Препринт, Екатеринбург, 2005, 40 с.
100. Оренбургская область. Статистический ежегодник / Оренбургский областной комитет государственной статистики. – Оренбург, 2008 – 423 с.
101. Орсик, Л.С. Состояние и перспективы развития технического обеспечения растениеводства России / Л.С. Орсик // Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии. – 2004. с. 94-99.
102. Перспектива развития научно-технического прогресса в АПК России. – М.: ГУЭП Эфес, 2001 – 77 с.
103. Повышение эффективности производства зерна на основе научно-технического прогресса / А.И. Алтухов [и др.]. – М.: Агри Пресс, 2005. - 208 с.
104. Половинкин, П. Повышение конкурентоспособности АПК / П. Половинкин // Экономист. – 2005. - № 10. с. 73-80.
105. Попов, А.И. Применение сверхлегких летательных аппаратов / А.И. Попов // Земледелие. - 1987. - № 2. - С. 58-59

106. Применение авиации в отраслях экономики. Под редакцией В.Б. Козловского, О.В. Худоленко, В.С. Деревянко. Краснодар: "Сов. Кубань", 2002. - 488 с
107. Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика. Материалы 3-й международной научно-практической конференции. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2010. – 660 с.
108. Родионов Е.И. Организация авиахимических работ на посевах зерновых/ Е.И. Родионов, В.В. Белозеров, В.И. Мартыненко //Агрохимия. 1991. -№ 5. - С.12-14
109. Романов, А.Е., Современные рыночные модели хозяйственного механизма АПК России / А.Е. Романов, В.П. Арашуков, В.И. Арефьев В.И. – М.: 2008. - 160 с.
110. Российский статистический ежегодник. 2005: стат.сб. / Росстат. – М. – 2005. – 725 с.
111. Россия в цифрах. 2004: крат.стат.сб. / Федер. Служба гос. Статистики. - М., 2004. - 431.
112. Ружицкий, Е.И., Саркисян, С.А. Минаев, Э.С. Экономическая оценка летательных аппаратов / Е.И. Ружицкий, С.А. Саркисян, Э.С. Минаев. - М: Машиностроение, 1972 - 228 с.
113. Рындин, А.В. Повышение экономической эффективности производства зерна в Краснодарском крае / А.В. Рындин // Под ред. В.И. Нечаева. – Краснодар: Просвещение, 2003 – 182 с.
114. Савченко, Е. Резервы повышения производительности труда в сельском хозяйстве / Е. Савченко // АПК: экономика и управление. – 2008 - №1. – С.11-13.
115. Саркисян, С.А., Минаев, Э.С., Нечаев, П.А. Экономическая эффективность перевозок грузов воздушным транспортом / С.А. Саркисян, Э.С. Минаев, П.А. Нечаев // Под ред. Н.И. Шинкарева. -М.: Транспорт, 1984. -168с.
116. Селезнев, А. Реформирование АПК / А. Селезнев//АПК: экономика, управления, 2006, №3.

117. Сельское хозяйство Оренбургской области. 2006: Стат.сб./ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург, 2006. – 155 с.
118. Сельское хозяйство, охота и лесоводство Оренбургской области. 2008: Стат.сб./ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург, 2008. – 165 с.
119. Сельское хозяйство, охота и лесоводство Оренбургской области. 2010: Стат. сб./Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. – Оренбург, 2010. – 153 с.
120. Семин, А. Стратегическое планирование и управление в системе регионального агропромышленного комплекса / А. Семин //АПК: экономика и управление. – 2008 - №1. – С. 18-23.
121. Серов, В. Техническое перевооружение и ресурсосберегающие технологии АПК / В. Серов //АПК: экономика, управления, 2006, №5.
122. Система ведения сельского хозяйства Оренбургской области / Агропромышленный комитет Оренбургской области Всероссийского отделения ВАСХНИЛ / Отв. ред. А.Г. Зелепухин. – Челябинск: Южный Урал, 1986. – 240 с.
123. Система использования техники в сельскохозяйственном производстве. Под ред. Краснощёкова Н.В. – М., ФГНУ «Росинформагротех», 2003.
124. Скрынник, Е. Задачи агропромышленного комплекса в 2009 году. // АПК: Экономика, управление. 2009. - № 5. – с. 3-7.
125. Славков, М.И. Экономическая эффективность применения авиации в сельском хозяйстве / М.И. Славков. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 183 с.
126. Слепнев, А. Развитие сельского хозяйства на ближайшую перспективу / А. Слепнев // АПК: экономика и управление. – 2008 - №6. – С. 2-7.
127. Состояние, перспективы экономико-технологического развития и экологически безопасного производства в АПК. 4.1.:Материалы 3-й

- международной научно-практической конференции. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2010. – 560 с.
128. Сутыгина, А.И. Управление региональным агрокомплексом в конкурентной среде / А.И. Сутыгина. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2003. – 241 с.
129. Сысуев, В. Наука и устойчивое развитие АПК / В. Сысуев, Н. Рубцова // Экономист. – 2005 - № 7. - С. 89-96.
130. Техничко-экономическое обоснование комплексов отечественных и зарубежных машин. М.: Печатный цех ГУП «эфес», 2003. – 111 с.
131. Технология механизированных сельскохозяйственных работ: метод. указания для практ. занятий. Ч.IV: Средства механизации для защиты растений от вредителей и болезней / сост. А.В. Мысливченко; С.П. Лаврентьев; Н.А. Усатых; Новосиб. гос. аграр. ун-т: Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2007. – 27 с.
132. Указания по технологии АХР в сельском хозяйстве: утв. ГосНИИГА РФ 24.11.88. М.: Воздушный транспорт, 1988. - 22 с
133. Ушачёв, И.Г. АПК в условиях кризиса: состояние, проблемы, пути выхода / И.Г. Ушачев // АПК: Экономика, управление. 2009. № 5. – с.8-14.
134. Ушачев, И.Г. Научное обеспечение Государственной программы развития сельского хозяйства / И.Г. Ушачев // АПК: экономика и управление. – 2008. - №03. – С.7-17.
135. Ушачев, И.Г. Роль и место сельского хозяйства в экономике России / И.Г. Ушачев // АПК: экономика, управление. – 2005. - № 5. – С. 24-32.
136. Федеральные авиационные правила "Сертификационные требования к эксплуатантам коммерческой гражданской авиации. Процедуры сертификации". // Приказ Минтранса России от 04.02.03. №11, зарегистрирован в Минюсте 24.03.03. № 4314.
137. Федоренко М.А. Исследование порога целесообразности применения самолета Ан-2 на работах в аграрном секторе. «Научный журнал КубГАУ», 2003, № 1. – С. 29-34.

138. Халявка, И.Е. Восстановление технического потенциала в сельском хозяйстве и повышение эффективности его использования / И.Е. Халявка // Техника и оборудование для села.-2003.-№9.-С.32-35.
139. Ходос, Д. Ресурсный потенциал и развитие сельскохозяйственного производства / Д. Ходос // АПК: экономика, управление. – 2009. - №4. – с 84-89.
140. Худоленко, О.В. Возродить былые традиции сельскохозяйственной авиации / О.В. Худоленко // Защита и карантин растений. 2005. № 1 с. 7-10.
141. Худоленко, О.В. Оценка экономической эффективности применения авиации в народном хозяйстве / О.В. Худоленко // Экономика и управление проектами и программами в практических ситуациях. Уч. пособие // Под ред П.А. Нечаева, Л.Н. Сухановой.: "Экостар", 2004. с 168-176.
142. Худоленко, О.В. Проблемы государственного регулирования и контроля применения сверхлегкой авиации в отраслях экономики / О.В. Худоленко // Юбилейная научно практическая конференция "Экономика и управление на современном этапе развития науки и техники". -М.: МАИ, 2003.
143. Худоленко, О.В. Рынок авиационных работ (характеристика и перспективы) / О.В. Худоленко: Сб. док. на семинаре "Авиатехника на газе" (Российские лидеры на рынке новых технологий). М., 1993. с. 61-65.
144. Худоленко, О.В. Сравнение дирижаблей с вертолетами / О.В. Худоленко // Сб. науч. статей "Проблемы управления инновациями и инвестициями". // Под ред. д.э.н. Нечаева П.А. М.: Изд. "Звездопад". 2002.-с. 199-212.
145. Часовских, Н.П. Растениеводство в Оренбургской области на рубеже тысячелетий (состояние и перспективы отрасли) / Н.П. Часовских. - Оренбург, 2003.-223 с.
146. Чаянов, А.В. Очерки по теории трудового хозяйства / А.В. Чаянов: Изоб.тр.-М., 1912. - 165 с.
147. Шараканэ, А.С. Сложные системы. / А.С. Шараканэ, ИГ. Железное.- М.: Высшая школа, 1977. 317 с
148. Шогенов, А.М. Факторы и направления повышения эффективности отраслей растениеводства / А.М. Шогенов // Экономический анализ: теория и

- практика. – 2005. - № 13. – с. 48-52.
149. Экономика сельского хозяйства / И.А. Минаков, Л.А. Сабетова, Н.И. Куликов и др. Под. ред. И.А. Минакова. – М.: Колос. – 2002. – 328 с.
150. Эпштейн, Д. Ресурсный потенциал и эффективность сельхозпредприятия / Д. Эпштейн, Г. Хокман // АПК: экономика и управление. – 2008. - №1. - С. 57-61.
151. Эффективность и оптимизация систем и процессов гражданской авиации. // Межвузовский технический сборник научных трудов МИИ ГА. М.: 1980. - с. 32-45.
152. Юркова, О. Повышать эффективность использования производственного потенциала сельхозпредприятий / О. Юркова // АПК: экономика, управления. – 2009. - №6. – С. 69-75.

Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

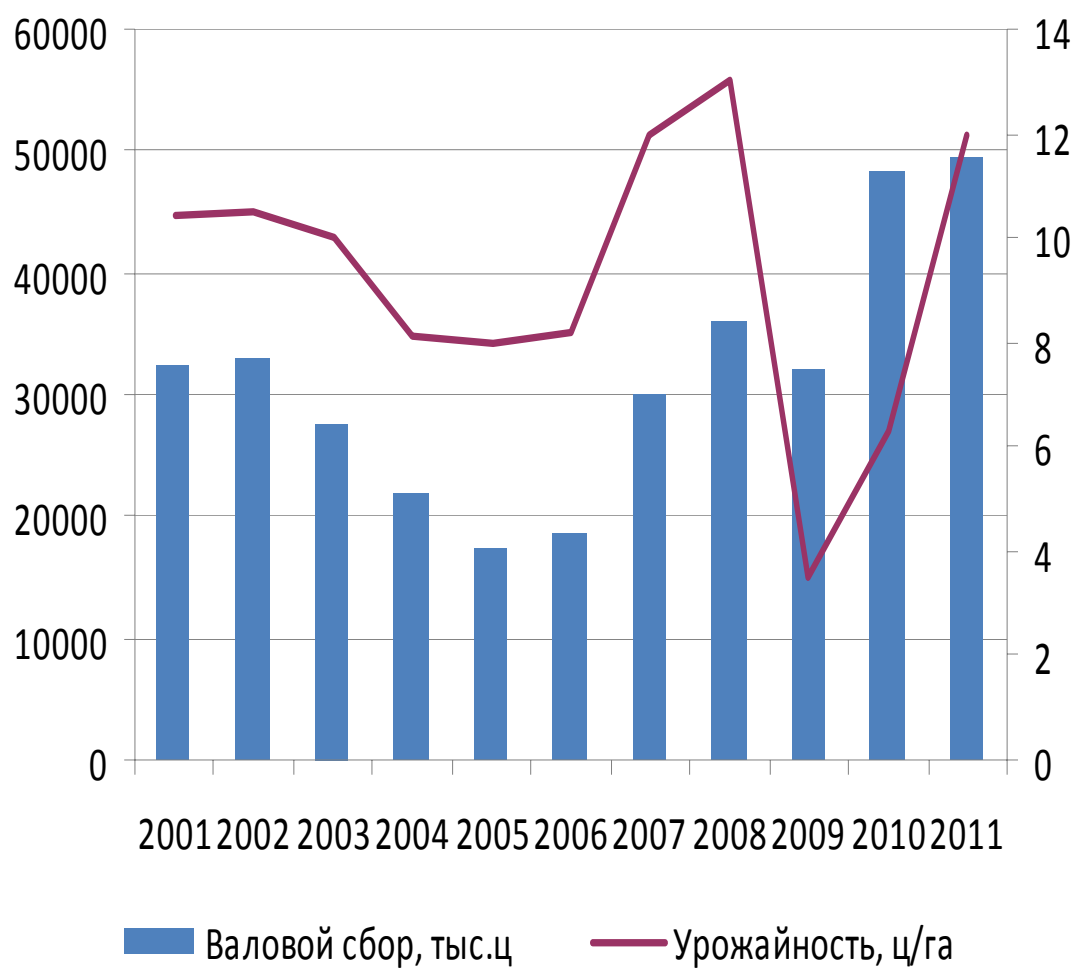
**Таблица 1. Рентабельность продукции растениеводства, реализованной сельскохозяйственными организациями
по зонам области, %**

Зона	Год										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Северная	24,6	-6,0	14,9	28,7	6,5	20,5	54,9	53,5	7,0	9,0	44,5
Западная	32,3	5,9	35,2	39,7	12,8	20,3	49,5	50,7	11,0	12,0	48,5
Центральная	30,5	8,8	38,9	39,4	5,2	15,6	55,7	56,0	6,5	8,5	55,0
Юго-Западная	40,7	5,1	41,6	38,9	10,3	16,1	52,7	53,5	10,5	12,5	52,0
Южная	31,9	8,1	27,3	35,1	9,3	8,0	66,1	56,0	8,0	9,5	65,0
Восточная	28,6	0,02	51,6	46,7	17,3	37,4	55,5	57,0	13,0	18,0	53,0

Таблица 2. Объёмы обработки сельскохозяйственных культур с помощью летательных аппаратов.

Годы	Обработано авиаметодом, тыс.га				
	всего	в т.ч.			
		сорняки	вредители	болезни	десикация
2000	426,4	381,9	32,5	8,0	4,0
2001	610,0	489,1	116,7	2,2	2,0
2002	583,5	500,5	79,5	2,9	0,6
2003	274,9	188,2	69,9	8,8	8,0
2004	277,3	239,1	31,7	2,7	3,8
2005	208,2	168,68	14,5	10,6	14,42
2006	146,23	127,45	6,4	4,0	8,38
2007	116,6	50,2	9,1	44,5	12,8
2008	47,855	29,696	9,91	2,69	5,559
2009	26,36	24,2	2,16	-	-
2010	28,5	27,0	4,5	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 3



Распределение сельхозтехники по зонам сельскохозяйственного производства Оренбургской области (штук)

